

**EVALUACIÓN MORFOLÓGICA Y MORFOMÉTRICA DE RESTOS FÓSILES  
DE LA FAMILIA GOMPHOTHERIIDAE HAY, 1922 DE TRES LOCALIDADES  
DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO, DEPOSITADOS EN EL MUSEO DE  
HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA**



**CAMILO RENGIFO SÁNCHEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN, CAUCA**

**2018**

**EVALUACIÓN MORFOLÓGICA Y MORFOMÉTRICA DE RESTOS FÓSILES DE  
LA FAMILIA GOMPHOTHERIIDAE HAY, 1922 DE TRES LOCALIDADES DEL  
SUROCCIDENTE COLOMBIANO, DEPOSITADOS EN EL MUSEO DE  
HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**Trabajo de Grado para optar al título de Biólogo**

**CAMILO RENGIFO SÁNCHEZ**

**DIRECTOR**

**M.Sc. CHARLES SIDNEY MUÑOZ NATES**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**POPAYÁN, CAUCA**

**2018**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

Director \_\_\_\_\_  
Mg. Charles Sidney Muñoz Nates

Jurado \_\_\_\_\_  
Mg. María Patricia Torres

Jurado \_\_\_\_\_  
Mg. María del Pilar Rivas

Fecha y lugar de sustentación: Popayán, 13 de Abril de 2018

*Dedicado a la mujer más fuerte, mi madre.*

## Contenido

<b>RESUMEN</b>	12
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	13
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	15
<b>3. OBJETIVOS</b>	16
<b>4. MARCO TEÓRICO</b>	17
<b>5. ANTECEDENTES</b>	20
<b>6. METODOLOGÍA</b>	25
<b>6.1. LOCALIZACIÓN</b>	25
6.1.1. Zona del valle medio del río Patía	25
6.1.2. Zona Tatacoa, Huila	26
<b>6.2. ESPACIALIZACIÓN DE LAS PIEZAS FÓSILES</b>	29
<b>6.3. MEDICIÓN MORFOMÉTRICA</b>	29
<b>7. RESULTADOS</b>	32
<b>7.1. IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL FÓSIL</b>	32
<b>7.2. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL FÓSIL</b>	33
<b>8. DISCUSIÓN</b>	66
<b>9. CONCLUSIONES</b>	70
<b>10. RECOMENDACIONES</b>	71
<b>11. BIBLIOGRAFÍA</b>	72

## **LISTAS DE FIGURAS**

FIGURA 1 Phyla de Proboscidean o líneas de descendencia, ilustrado de Osborn, 1934 . modificado de Shoshani 1998. -----	20
FIGURA 2 Un cladograma simplificado de Uranotheria (antes Paenungulata) con énfasis en Proboscidea, con representantes. Modificado de Shoshani 1998. -----	22
FIGURA 3 Una reconstrucción del patrón de distribución mundial proboscídeos. Modificado de Shoshani 1998. -----	23
FIGURA 4 Plancha geológica valle medio del Patía. Tomado de SGC 2015. Escala 1:500.000. SGC. -----	26
FIGURA 5 Plancha geológica de la Tatacoa. Tomado del SGC 2007. Escala 1:2'800.000. -----	27
FIGURA 6 Medidas molares (modificada de Alberdi et al., 2002). -----	30
FIGURA 7 Piezas fósiles de la Tatacoa Huila, en proceso de remoción de sedimento. Sala de Taxidermia MHNUC. -----	33
FIGURA 8 Deciduo de molar incompleto PL 0074. Vista superior. (MHNUC). -----	35
FIGURA 9 Deciduo de molar completo PI 0074. Vista anteroposterior. (MHNUC). -----	35
FIGURA 10 Molar M2 completo, M2 adjunto incompleto PI 0120. Vista superior de la muestra. (MHNUC). -----	37
FIGURA 11 Molar M2 completo, M2 adjunto incompleto PI 0120. Vista lateral derecha. (MHNUC). -----	38
FIGURA 12 Molar M2 incompleto. PI 0121. Vista superior. (MHNUC). -----	40
FIGURA 13 Molar M2 incompleto. PI 0121. Vista lateral derecha. (MHNUC). -----	40
FIGURA 14 Molar M3, incompleto fragmentado. PI 0122, PI 0123, PI 0124, PI 0125, PI 0126. Vista lateral izquierda. (MHNUC). -----	42
FIGURA 15 Molar M3, incompleto fragmentado. PI 0122, PI 0123, PI 0124, PI 0125, PI 0126. Vista superior. (MHNUC). -----	43
FIGURA 16 Molar M3, PI 0127, PI 0128, PI 0129. Vista superior. (MHNUC). -----	45
FIGURA 17 Molar M3; PI 0127, PI 0128, PI 0129. Vista lateral derecha. (MHNUC). -----	45
FIGURA 18 Molar M3? incompleto, PL 0130, PI 0131, PI 0132. Vista superior. (MHNUC). -----	47
FIGURA 19 Análisis Bivariante con molares M2 de la zona de la Tatacoa. -----	52
FIGURA 20 Diagrama de Dispersión ACP en M2 de la zona de la Tatacoa. -----	53
FIGURA 21 Análisis Bivariante de molares M3. -----	55
FIGURA 22 Diagrama de dispersión ACP en M3. -----	56

FIGURA 23 Diagrama ACP con todas las muestras del MHNUC y de la bibliografía citada. -----	58
FIGURA 24 Análisis Discriminante AD de los molares de MHNUC y la bibliografía citada -----	59
FIGURA 25 Diagrama Bivariante de todos los Molares del MHNUC y la bibliografía citada. -----	60
FIGURA 26 Medidas morfométricas y de biomasa de mastodonte, tomado de Christiansen, 2004. -----	62
FIGURA 27 Patela. PI 0133. Vista superior. MHNUC. Valle de Atríz. -----	63
FIGURA 28 Patela PI 0133. Vista inferior. MHNUC. Valle de Atríz. -----	63
FIGURA 29 Vértebra torácica. PL 0134. Vista lateral. MHNUC. Valle de Atríz. ---	65
FIGURA 30 Vértebra Torácica. PI 0134. Vista anterior. MHNUC. Valle de Atríz. -	65

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Listado del material estudiado. Modificado de la base de datos de la sala de Paleontología, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca-----	29
Tabla 2 Medidas (mm) de los lofos 1, 2 y 3 con sus cónulos de la muestra PI 0074, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca-----	34
Tabla 3 Medidas en los tréboles de desgaste en cónulos labiales y linguales de los lofos 1, 2 y 3 de la muestra PI 0074, MHNUC.-----	34
Tabla 4 Medidas (mm) del lofo 1, 2 y 3 con sus cónulos de la muestra PI 0120 m2, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.-----	36
Tabla 5 Medidas en los tréboles de desgaste en cónulos labiales y linguales de los lofos 1, 2 y 3 de la muestra PI 0120, MHNUC.-----	36
Tabla 6 Medidas de los lofos 1 y 2 con sus cónulos de la muestra PI 0120 m3, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.-----	37
Tabla 7 Medidas (mm) de los lofos 1, 2 y 3 con sus cónulos de la muestra PI 0121 m2, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.-----	39
Tabla 8 Medidas en los tréboles de desgaste en cónulos labiales y linguales de los lofos 1, 2 y 3 de la muestra PI 0121, MHNUC.-----	39
Tabla 9 Medidas (mm) de los lofos 1 (sin datos), 2, 3, 4 y 5 con sus cónulos de la muestra (PI 0122, 0123, 0124, 0125, 0126) m2, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.-----	41
Tabla 10 Medidas (mm) de los cónulos centrales (Cc) (PI 0122, 0123, 0124, 0125, 0126) M3, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.-----	42
Tabla 11 Medidas (mm) de los lofos 1, 2, 3 y 4 con sus cónulos de la muestra (PI 0127, 0128 y 0129,) M3, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.-----	44
Tabla 12 Medidas (mm) de los cónulos centrales (Cc) (PI 0122, 0123, 0124, 0125, 0126) M3, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.-----	44
Tabla 13 Medidas (mm) de los lofos 1 y 4 con sus cónulos de la muestra (PI 0130, 0131, 0132) M, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.-----	46
Tabla 14 Medidas (mm) de los cónulos centrales (Cc) (PI 0122, 0123, 0124, 0125, 0126) M3, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.-----	46
Tabla 15 Datos agrupados de los molares del MHNUC, Gómez.2006 y Alberdi. 2002.-----	48
Tabla 16 Porcentaje de Varianza de los molares M2.-----	51
Tabla 17 Test de Mann-Whitney U, molares M2.-----	51
Tabla 18 Porcentaje de Varianza de los molares M3.-----	54
Tabla 19 Test de Mann-Whitney U, de la tabla M3/m3.-----	54
Tabla 20 Porcentaje de Varianza de los molares tabla 33.-----	61
Tabla 21 Test de Mann-Whitney U, de la tabla 33.-----	61
Tabla 22 Medidas de la patela PI 0133.-----	61
Tabla 23 Datos en mm de la tabla biométrica de fémur y (Christiansen, 2004) de la muestra PI 0133.-----	62

Tabla 24 Datos en mm de la tabla biomasa de fémur (Christiansen, 2004) de la muestra PI 0133. -----	63
Tabla 25 Medidas de la vértebra torácica PI 0134. -----	64
Tabla 26 Medidas en mm de la vértebra torácica PI 0134 -----	64

## **AGRADECIMIENTOS**

Una vez terminado este trabajo me doy cuenta que su éxito no hubiese sido posible sin la participación y apoyo de un gran número de personas y amigos que siempre mostraron gran interés y soporte en el mismo.

Quiero agradecer de una manera especial al programa de Biología de la Universidad del Cauca y a sus docentes, al personal del Museo de Historia Natural, a los profesores María Patricia Torres, Hernando Vergara Director del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, Pilar Rivas por su apoyo y ayuda durante la metodología con las colecciones, al personal del MHNUC en especial a Liliana Campo por su colaboración en cuanto al manejo de la materia fósil, por tanta paciencia, a la ceramoteca del departamento de antropología, al profesor Diógenes Patiño por el préstamo del material encontrado en el Valle de Atriz.

Un agradecimiento muy grande a mi asesor en el anteproyecto Héctor Ramírez por ayudar en el direccionamiento de esta investigación, por sus consejos, enseñanzas y apoyo durante todo este tiempo. De igual manera agradezco a mi director de trabajo de grado Charles Muñoz Nates por el acompañamiento durante este proceso arduo y nuevo para el programa de Biología que culminó con éxito.

A todos mis amigos Alberto Moncayo, Fabio Buitrón, David Angulo, Javier Enríquez, Luis David Cerón, Carlos Gallego, Gustavo Pisso, Lizeth Salazar y los que se me escapan por su más sincera amistad durante todos estos años y apoyo en los buenos y malos momentos.

Quiero expresar también mis más sinceros agradecimientos a la profesora María Páramo de la Universidad Nacional por sus comentarios, observaciones y el préstamo de material para la comparación de las muestras a Mauricio Pardo funcionario del Servicio Geológico Colombiano por compartir información bibliográfica, muchas gracias a mis compañeros de grupo de estudios

Paleontológicos de la Universidad Nacional por su acompañamiento durante este trabajo.

Quiero agradecer especialmente a mi familia, a mis padres por ese sacrificio y apoyo incondicional durante toda mi vida, por su comprensión en las buenas y en las malas decisiones, por la fe que han tenido en mí. A mis hermanas Juliana y Margarita, simplemente gracias, ustedes son quienes me formaron como persona y profesional, estoy seguro que seguirán guiando mi camino y apoyando mis decisiones a mi hermano Ibar que siempre me aconsejó y me formó para ser una persona práctica y eficiente. De igual manera le doy mis más sinceros y grandes agradecimientos a todas y cada una de las personas que de una u otra manera me ayudaron, escucharon o aportaron durante este proyecto.

## **RESUMEN**

Este trabajo realizado en la Universidad del Cauca se enfoca en la aplicación de anatomía comparada haciendo uso de las caracterizaciones morfológicas y morfométrica en restos fósiles pertenecientes a la Familia GOMPHOTHERIIDAE depositados en el Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. Las muestras se componen de molares m<sub>2</sub>/M<sub>2</sub>, m<sub>3</sub>/M<sub>3</sub> y un desiduo de molar fragmentado, además de elementos post craneales como lo son una patela y una vértebra lumbar. Sintetizando la información recabada a partir de las piezas de gonfoterios basándose en anatomía comparada con ejemplares de otros institutos y de la bibliografía citada, se hace una comparación de medidas tomadas en (mm) de dicho material para dar aproximaciones de su biomasa y edad. Este trabajo busca reforzar el conocimiento en Paleontología de Proboscidos del Suroccidente Colombiano, área que requiere el fortalecimiento científico para avanzar en el conocimiento en paleontología en esta región colombiana, donde se encuentra los ejemplares paleontológicos que se colectaron en Nariño, Cauca y Huila. Teniendo en cuenta de variabilidad dentaria, los datos obtenidos son insuficientes para una identificación a nivel genérico al igual que con elementos postcraneales, aun así, la información obtenida servirá de para otros estudios paleobiológicos sobre la megafauna del Cuaternario en el Suroccidente de Colombia.

## 1. INTRODUCCIÓN

La larga historia de aislamiento geográfico de Sudamérica terminó abruptamente cuando se unió a Norteamérica por el puente de tierra de Panamá generando así el Gran Intercambio Biológico Americano (GABI). La única biota terrestre de Sudamérica fue sacudida de su aislamiento y lanzada en interacción con la biota de un continente aún más grande. Este dramático acontecimiento no es único, como lo demuestra claramente la ciencia histórica de la tectónica de placas. Pero la dinámica biológica de esta fusión de fauna americana está más plenamente documentada que para cualquier otra (Weeb, 1976).

En este proceso migratorio la familia GOMPHOTHERIIDAE es hasta ahora, el único grupo de Proboscídeos registrados en América del Sur con presencia desde principios del Pleistoceno Medio (Calabriense 1,806 millones de años) al Pleistoceno Tardío (Taraniense 0,126 millones de años) (Mothé *et al.*, 2010). Los taxones registrados son descendientes de poblaciones de gonfotéridos que se originaron en América del Norte y que llegaron al sur durante el “Gran Intercambio Biológico Americano” (GIBA) alrededor de los 3 millones de años (Prado *et al.*, 2003).

Sólo se reconocen dos géneros: *Cuvieronius* Osborn, 1923 con sólo una especie *C. hyodon* Fischer, 1814 y *Stegomastodon* Pohlig, 1912 con dos especies *S. waringi* Holland, 1820 y *S. platensis* Ameghino, 1888. Dos corredores se habrían desarrollado durante el Pleistoceno en América del Sur. Estos dos corredores han condicionado la historia paleobiogeográfica de la mayoría de los mamíferos norteamericanos en América del Sur. De hecho, se pueden postular diferentes modelos de adaptabilidad dependiendo de su capacidad para producir distintos tipos de adaptación a lo largo de la duración de su proceso de dispersión (Prado *et al.*, 2003).

El conocimiento sobre estos vertebrados en América del Sur se basa esencialmente en registros fósiles recolectados en Argentina, Brasil, Perú y zonas centrales del continente (Christiansen, 2004), (Cozzuol *et al.*, 2012), (Ferretti,

2010), (Ferretti, 2008), (Mothé *et al.*, 2013), (Mothé *et al.*, 2010), (Prado *et al.*, 2003), (Simpson *et al.*, 1957).

En Colombia se han reportado abundantes hallazgos de fósiles de mastodontes en la región Andina y Caribe (Hoffstetter, 1971) así como en los departamentos de Antioquia, Norte de Santander, Santander, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Tolima, Huila, Valle del Cauca, Cauca y Nariño (Páramo y Escobar, 2010) pero son pocos los que se han descrito en detalle (Villarroel y Clavijo, 2005; Hoffstetter, 1971; Páramo y Escobar, 2010; Villarroel *et al.*, 1996; Correal y Hammen, 2003; Rodríguez *et al.*, 2009). Aunque muchos de los reportes carecen de información, de ubicación estratigráfica y geográfica exacta, se puede establecer que los mastodontes alcanzaron una amplia distribución en Colombia durante el Cuaternario (Páramo y Escobar, 2010).

El análisis estadístico se realiza con molares aislados, procedentes del suroccidente Colombia y depositados en el Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, que constituyen el mayor número de datos existentes en el registro fósil en la familia GOMPHOTHERIIDAE en dicho museo. Se analizan además algunos elementos postcraneales como los son una vértebra lumbar y una rotula perteneciente a un fémur.

Este estudio compara los molares depositados en el MHNUC con datos de material fósil de otros institutos de Colombia, tomados de Gómez (2006) que hace un recuento de la mayoría de los molares en Colombia y de Alberdi (2002) que se encarga de tomar medidas de representantes en sur América y centro América, enfocados en los M3/m3 y M2/m2 que son las estructuras dentarias más significativas en la familia GOMPHOTHERIIDAE. Si bien, en el caso de los gonfoterios, los molares no son restos muy significativos para precisar su situación taxonómica.

## 2. JUSTIFICACIÓN

En el suroccidente colombiano no se han realizado con mucha profundidad trabajos enfocados a la Familia GOMPHOTHERIIDAE, se ha hecho una revisión basada en los hallazgos de una patela de un fémur realizada en el Valle del Cauca (Rodríguez *et al.*, 2009). En dicho trabajo se hace mención de un molar de mastodonte hallado en Mercaderes Cauca por Gilberto Navia y de una Patela, un disco vertebral y restos de costillas hallados en el Valle de Atriz en Nariño por Cristóbal Gnecco. Estos ejemplares, junto a otros molares colectados en el desierto de la Tatacoa. Se encuentran en la sala de exhibición de paleontología del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. Cabe mencionar que para las piezas encontradas en Mercaderes y el Valle de Atriz, no se han realizado los estudios necesarios para determinar con exactitud el género al que pertenecen a excepción del desiduo de molar que se ha hecho una breve descripción por Gómez y Alberdi. 2006, y (Rodríguez *et al.*, 2009) solo menciona que se han realizado inferencias de su posible identidad taxonómica basados en los registros bibliográficos y geográficos, sin tomar en cuenta un análisis estadístico y comparativo, lo que deja como resultado grandes vacíos a la hora de resaltar datos complementarios que ayuden en el campo investigativo paleontológico en esta zona del país

Otra de las incógnitas dentro de estos ejemplares es que no se tiene conocimiento morfométrico de las muestras postcraneales, puesto que en la mayoría de los trabajos realizados con esta familia en Colombia se toma como prioridad los restos dentales y de las defensas, estas son las muestras más numerosas que hay y reportan en los hallazgos, esto permite generar más interrogantes en la anatomía de estos ejemplares en la zona del Suroccidente del país, que deben ser respondidas para dar aportes en cuanto al conocimiento paleontológico de gomphoteridos en Colombia y que hoy en día no se ha podido consolidar dentro de la paleontología.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar una evaluación morfológica y morfométrica de fragmentos de la familia GOMPHOTHERIIDAE procedentes del Suroccidente de Colombia, depositados en la colección del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las partes y la localización de los registros fósiles por anatomía comparada dentro de la estructura osteo-morfológica.
- Determinar el tamaño de los ejemplares y sus posibles edades.
- Realizar una aproximación taxonómica a partir de rasgos morfológicos que corroboren o descarten identificaciones previas.

#### 4. MARCO TEÓRICO

Los proboscideos se originaron en África durante el Eoceno hace 56 millones de años y colonizaron Eurasia durante el Oligoceno hace 33 millones de años. Allí radiaron para dar origen a dos linajes que se diferencian por su estructura molar: zigodontos y bunodontos (Alberdi y Prado, 1995; Acuña-Mesén y García-Díaz, 1998; Alberdi *et al.*, 2002). La familia Gomphotheriidae es un grupo ancestral del cual se originan otros grupos de proboscidios. Representantes de esta familia han tenido una radiación adaptativa dentro de Europa, Asia, y Norte América desde el Eoceno tardío al Pleistoceno tardío hace 0.126 millones de años. Estos proboscideos atravesaron el estrecho de Bering e ingresaron a Norte América hacia mediados del Mioceno hace 23 millones de años (Acuña-Mesén y García-Díaz 1998; Alberdi *et al.*, 2004). De los dos linajes sólo aquellos con dentición bunodonta tuvieron mejores adaptaciones alimenticias que les permitieron colonizar América del Sur (Gómez y Alberdi, 2006).

Este grupo está representado en América del Sur por la familia GOMPHOTHERIIDAE donde proliferaron y se dispersaron ampliamente, desde el Plioceno superior hace 0.126 millones de años hasta el límite Pleistoceno-Holoceno hace 0.117 millones de años (Cabrera, 1929). La familia GOMPHOTHERIIDAE de América del Sur presenta un modelo dentario anatómico generalizado para la mayoría de sus representantes. Están caracterizados por la presencia de un cráneo braquicéfalo con una tendencia a alcanzar una forma Elefantoidea y una mandíbula de tipo brevirrostrina. Las defensas superiores varían de más o menos alargadas, más o menos curvas, e incluso con más o menos torsión, con o sin banda de esmalte que muchas veces desaparece en los especímenes adultos (Gómez y Alberdi, 2006). Teniendo en cuenta la morfología dentaria se han reconocido clásicamente dos grandes grupos de gonfotéridos: bunodontos y zigodontos (Falconer, 1857; Tobien, 1973, 1975, 1976). Estos grupos estuvieron ampliamente distribuidos por Eurasia, África y América del Norte durante el Neógeno hace 23 millones de años, persistiendo algunas formas hasta finales del Pleistoceno (Alberdi y Prado, 1995). Estos montículos presentan

una compleja estructura dentaria que consta de un patrón seriado de hileras transversales o lofos. En cada lofo poseen dos cúspides principales con forma de cúpula (conos o colinas y cada una de estas cúpulas puede o no exhibir de manera adyacente cúspides más pequeñas (cónulos o colinas) lo cual origina diferentes figuras en la superficie oclusal del molar a medida que este se desgasta (figura 6) (Pardo, 2012).

Durante las dos últimas décadas el grupo de Alberdi y Prado han dedicado un gran esfuerzo al estudio de la mayor parte de las colecciones de la familia Gomphotheriidae procedentes de distintos países de América del Sur, como Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador, Perú, Uruguay, entre otros (Frassinetti y Alberdi, 2000, 2005; Prado *et al.*, 2002, 2003, 2005; Alberdi *et al.*, 2002, 2004; Sánchez *et al.*, 2004, Prado y Alberdi en prensa). Siguiendo a Webb (1978, 1985) plantea dos posibles vías migratorias hacia Sur América, una por la Cordillera de los Andes que seguiría el género *Cuvieronius* y que podría llegar hasta Chile, y la otra por las planicies brasileñas, que seguiría el género *Stegomastodon* y que llegaría a su nivel más austral en las Pampas de Argentina (Gómez y Alberdi, 2006).

Desde el punto de vista taxonómico siguen existiendo discrepancias. En este caso se trata de una discrepancia nomenclatural entre el grupo de Alberdi y Prado y el grupo de Ficarelli (Ficarelli *et al.*, 1993, 1995). Estos últimos consideran que aparte del género *Cuvieronius*, deben considerarse dos géneros más de gonfoterios presentes en América del Sur: *Haplomastodon* (Hoffstetter, 1950) (estaría representado por la especie *H. waringi*) y *Stegomastodon* (lo estaría por la especie *S. platensis*); mientras que el grupo de Alberdi y Prado consideran que las diferencias entre los restos asignados a *Haplomastodon* y los asignados a *Stegomastodon* son tan reducidas que no se deben considerar genéricas, por lo cual ellos proponen que el género *Haplomastodon*, siguiendo el principio de prioridad del Código de Nomenclatura Zoológica, se incluya como sinónimo de *Stegomastodon*. Ellos consideran que las diferencias entre las dos especies:

“*waringi*” y “*platensis*” son escasas y seguramente estén correlacionadas con condiciones ambientales.

Los representantes de la familia GOMPHOTHERIIDAE que habitaron Colombia, como se ha apuntado más arriba, son descendientes de los miembros que poblaron Norte América durante el Mioceno y Plioceno (entre 23,8 y 1,8 Ma) y llegaron a América del Sur durante el Gran Intercambio Biótico Americano, favorecido por el levantamiento del Istmo de Panamá durante el Mioceno (Webb, 1991).

## 5. ANTECEDENTES

La historia de la taxonomía o clasificación de los mastodontes sur americanos es bastante compleja debido a las constantes revisiones y clasificaciones, aun cuando los criterios para su determinación han sido básicamente los mismos, como lo son la forma y presencia o no de banda de esmalte en las defensas, la morfología y manera de desgaste en los molares y la forma general del cráneo (figura 1) (Pardo Jaramillo. M, 2012).

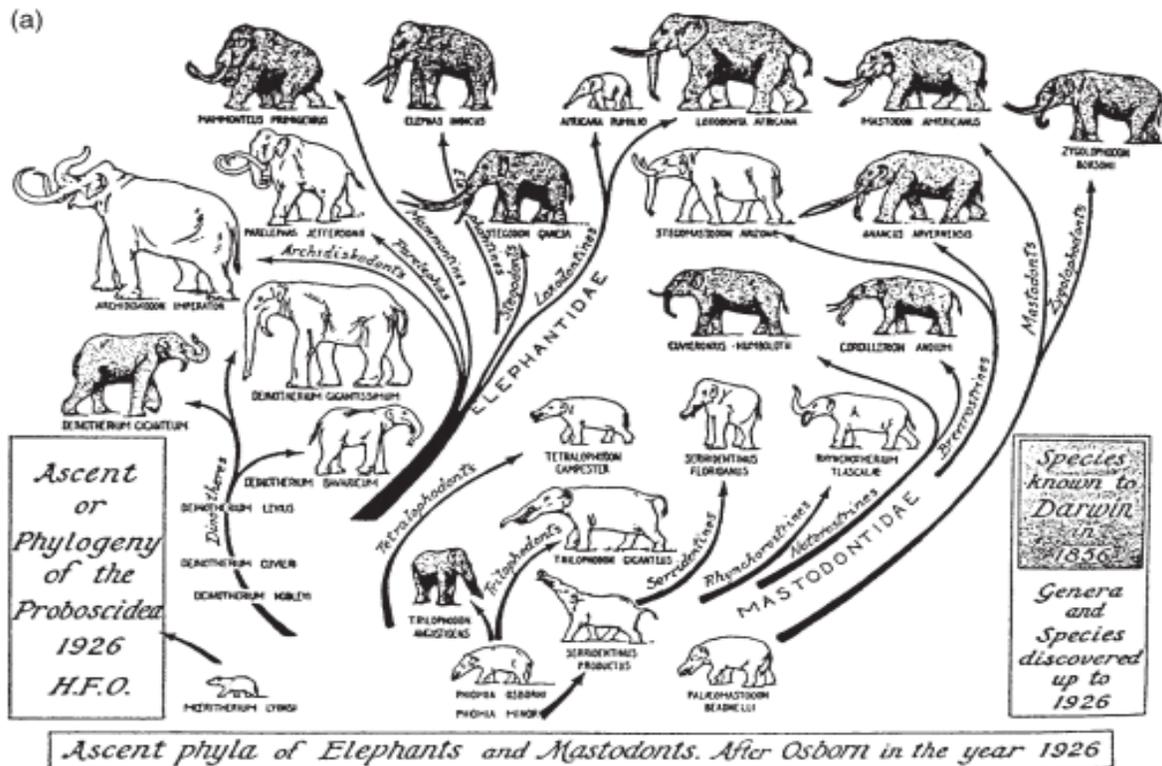


FIGURA 1 Phyla de Proboscidea o líneas de descendencia, ilustrado de Osborn, 1934. modificado de Shoshani 1998.

Uno de los primeros estudios sistemáticos sobre la familia GOMPHOTHERIIDAE de América del Sur se debe a Cuvier (1806), quien analizó los restos encontrados por Dombey en Perú y Humboldt en Colombia, Ecuador (Imbabura), Bolivia (Chiquitos) y Chile (La Concepción). Cuvier agrupó estos “Mastodontes” en “Mastodonte des cordilleres” y “Mastodonte humboldien” (Cuvier, 1824), respectivamente (Gómez y Alberdi, 2006).

En 1920, Boule y Thevenin describieron los especímenes coleccionados en Bolivia como *Mastodon andium* (Cuvier, 1824). En esta época produjo una gran controversia con respecto a la posición de estas especies en las clasificaciones propuestas para los proboscidos. Cabrera (1929) consideró que mastodontes y elefantes debían agruparse e incluyó en la Superfamilia Elephantoidea tres familias: GOMPHOTHERIIDAE (Hay, 1922), MAMMUTIDAE (Hay, 1922) y ELEPHANTIDAE (Gray 1821) en los cuales incluyó a los gonfoterios bunodontos, las formas zigodontas, y los gonfoterios estegodontos y elefantes, respectivamente. Este autor incluyó las formas sudamericanas en la familia GOMPHOTHERIIDAE por ser bunodontas y brevirrostrinas.

También creó la Subfamilia Cuvieroninae distinta de Anancinae por presentar banda de esmalte en los colmillos superiores que a su vez están torsionados. Hoffstetter (1950, 1952) incluyó todos los proboscideos de América del Sur en dos subfamilias: CUVIERONINAE (originaria de América del Norte y que se dispersó en América del Sur, en la cual incluye restos del norte de Ecuador -Imbabura-, Colombia, Bolivia y Chile) y ANANCINAE (originaria de África y que se dispersó por Europa y parte de Asia, en la cual incluye parte de los restos de Ecuador y los materiales provenientes de Brasil y Argentina).

Simpson y Paula-Couto (1957) analizaron la historia precedente y consideran que estos grupos ANANCINAE (Hay, 1922) y CUVIERONINAE (Orsbon, 1923), presentan un patrón similar al de los elefantes modernos, con pérdida de los colmillos inferiores, el alargamiento de sus molares y el abombamiento del cráneo. Estos autores, asignan todos los gonfoterios de América del Sur en una sola Subfamilia: Anancinae, debido a su prioridad siguiendo las reglas de Nomenclatura Zoológica (Simpson, 1945; ICZN, 2000), y consideraron la posibilidad de incluirlos directamente en la familia GOMPHOTHERIIDAE sin tener en cuenta un arreglo “subfamiliar”. Tassy y Shoshani (1998) (figura 2), proponen una clasificación de los Proboscidea donde incluyen los gonfoterios de América

del Sur en la familia GOMPHOTHERIIDAE (Hay, 1922) y en la Subfamilia CUVIERONIINAE (Hay, 1922) (Cabrera, 1929).

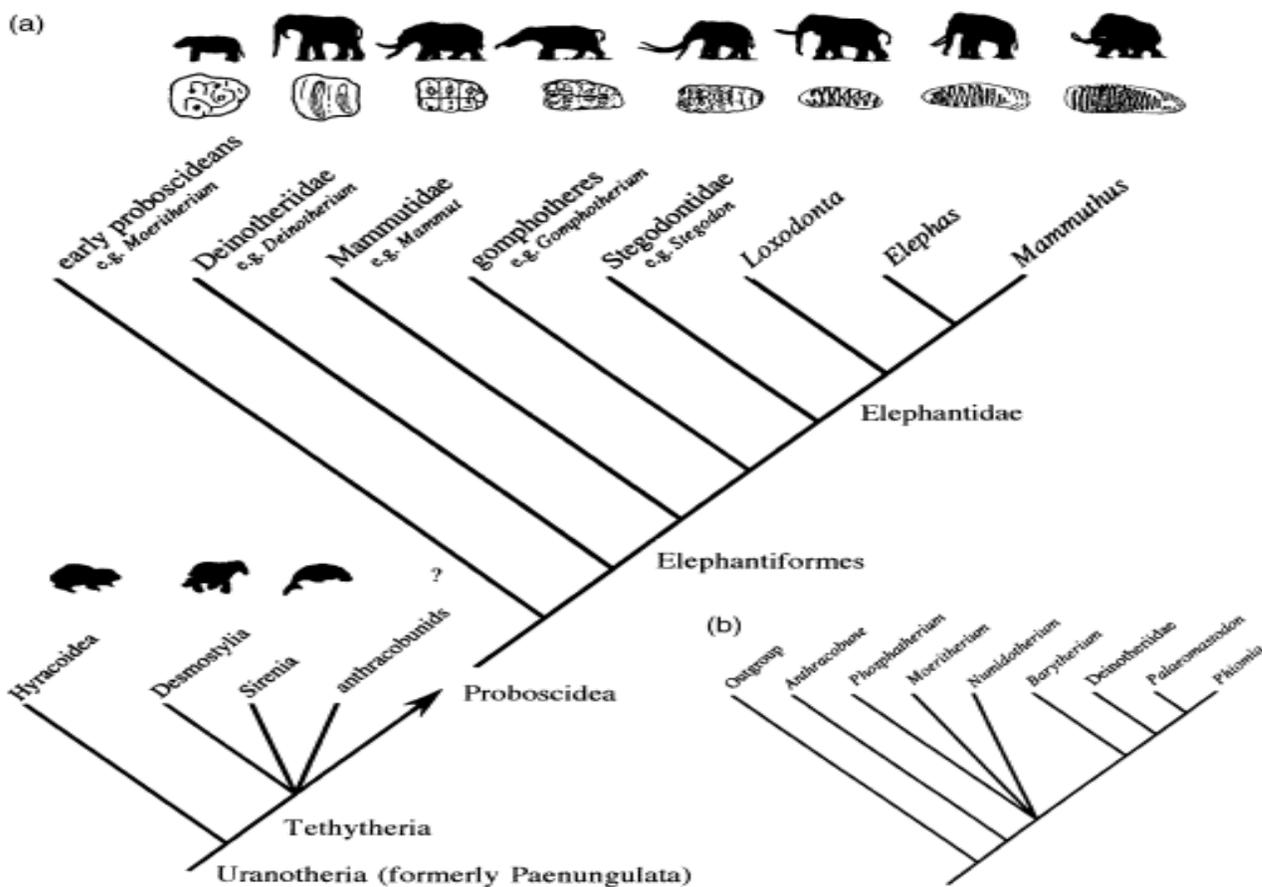


FIGURA 2 Cladograma simplificado de Uranotheria (antes Paenungulata) con énfasis en Proboscidea, con representantes. Modificado de Shoshani 1998.

Tassy (1996) consideró que las formas americanas, en general, se relacionan estrechamente con los gonfoterios tetralofodontos (cuatro colinas en los dientes intermedios y defensas inferiores reducidas) que con los trilofodontos (tres cúspides y colmillos inferiores bien desarrollados y de sección más redondeada) de Eurasia. Este mismo autor consideró la posibilidad de una relación filogenética entre *Sinomastodon* (Tobien, 1986) de China y las formas brevirrostrinas de América del Sur, que ya habían sugerido previamente Tobien *et al.* (1986, 1988) (Figura 3). En contraposición, Chen (1999) cuestionó la relación entre *Sinomastodon* y los gonfoterios bunobrevirrostrinos-trilofodontos del Terciario

superior de América del Norte por la morfología de los molares de *Sinomastodon* más simple que la de los molares de gonfoterios norteamericanos, por no existir registro en zonas intermedias entre China y Norte América, y porque la aparición de las formas de gonfoterios en Norte América debería ser de la misma edad o algo más tardía que en China (Gómez y Alberdi, 2006).

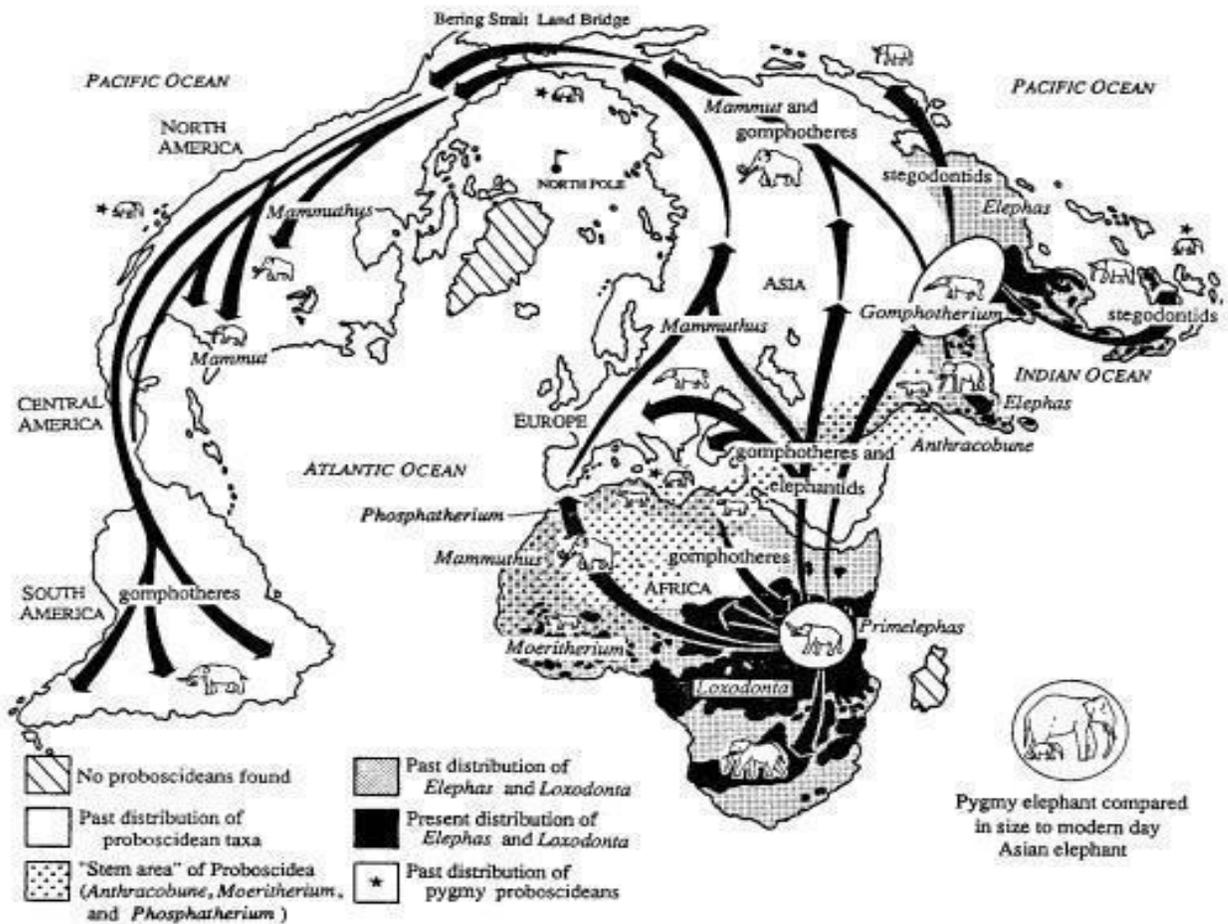


FIGURA 3 Una reconstrucción del patrón de distribución mundial proboscídeos. Modificado de Shoshani 1998.

En nuestro país se han realizado algunos trabajos referidos a los Gomphotheriidae (Bombin y Huertas, 1981; Correal, 1980; Correal y Van Der Hammen, 2003; De Porta, 1965; Hoffstetter, 1971; Van Der Hammen, 1965, 1992; Villarroel y Brieva, 1989; Villarroel *et al.* 1996). La mayoría de estos estudios se hicieron en un contexto antropológico y arqueológico, es decir, en la relación de la fauna con los asentamientos humanos, y unos pocos se concentran en la descripción del

especimen encontrado. Sólo el trabajo de Bombin y Huertas (1981) estuvo encaminado a realizar una revisión de los gonfoterios en Colombia, sin embargo, nunca fue publicado en su totalidad sino como un resumen para el Congreso del Cuaternario en Colombia en 1981.

Mayorga (1996) describió uno de los ejemplares de gonfoterios más completo descubierto hasta esa fecha en Colombia encontrado en Pubenza Cundinamarca depositados en la Universidad Industrial de Santander, y compara algunas de sus características morfológicas con los especímenes de otras regiones de América del Sur. Existen numerosos trabajos que hacen referencia a este grupo (Stirton, 1953; Porta, 1969; Hoffstetter, 1971, 1981; Villarroel *et al.*, 1996, y Clavijo, 2005; Correal y Hammen, 2003; Páramo y Escobar, 2010; Gómez y Alberdi, 2006; Pardo Jaramillo. 2012), hace falta información en algunas regiones, entre ellas el suroccidente de Colombia donde solo Rodríguez (2009) realiza un reporte de la cabeza de húmero posiblemente izquierdo de un *Stegomastodon* adulto proveniente del municipio de Yumbo en el Valle del Cauca y algunas menciones del deciduo de molar de Mercaderes, Cauca, aun así, recomienda el estudio de las colecciones colombianas de la zona con el fin de completar los conocimientos existentes y disminuir este vacío. Esto permitirá conocer la identidad taxonómica de los ejemplares de esta familia en el país y por tanto tener una visión mucho más completa del grupo en América del Sur.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. LOCALIZACIÓN

#### 6.1.1. Zona del valle medio del río Patía

El valle de El Patía está localizado entre las cordilleras Occidental y Central y las latitudes 1° 40' y 2° 25'. Tectónicamente está limitado por el Sistema de Fallas Cali - Patía al oeste, y el Sistema de Fallas Cauca-Romeral al este; al norte, por el paleoalto morfológico de El Tambo – Popayán y, al sur, por el Nudo de Los Pastos (Silverio Ruiz, 2002) mapa diseñado por el programa Arc Gis (Figura 4).

La cuenca del medio Patía (figura 4) con dirección N-S ha sido colmatada por sedimentos de posible edad Cretácica tardía a Eocena, agrupados en la secuencia del río Guabas y la Formación Peña Morada del Cretácico (León *et al.*, 1973). Las formaciones Mosquera y Esmita del Eoceno y Mioceno respectivamente. Depósitos piroclásticos y epiclásticos del Plio - Pleistoceno, son los constituidos por las Vulcanitas del Galeón y la Formación Mercaderes, y materiales volcánicos recientes (Silverio Ruiz, 2002).

Las cordilleras Occidental y Central, en su flanco oriental y occidental, respectivamente, han sido afectadas por intrusivos, que se emplazaron a finales del Mioceno (Álvarez, 1983); estos cuerpos se intruyeron favorecidos por las fallas Cali - Patía y el Sistema Romeral, y son de composición andesítica y dacítica; asociados a este evento comagmático se originaron los depósitos extrusivos del Plioceno - Pleistoceno, de composición intermedia, correspondientes a lavas andesíticas, flujos piroclásticos, tobas soldadas y tefras.

Las piezas fosilíferas en estudio, eventualmente se han colectado en depósitos vulcanoclásticos y epiclasticos del Plio Pleistoceno

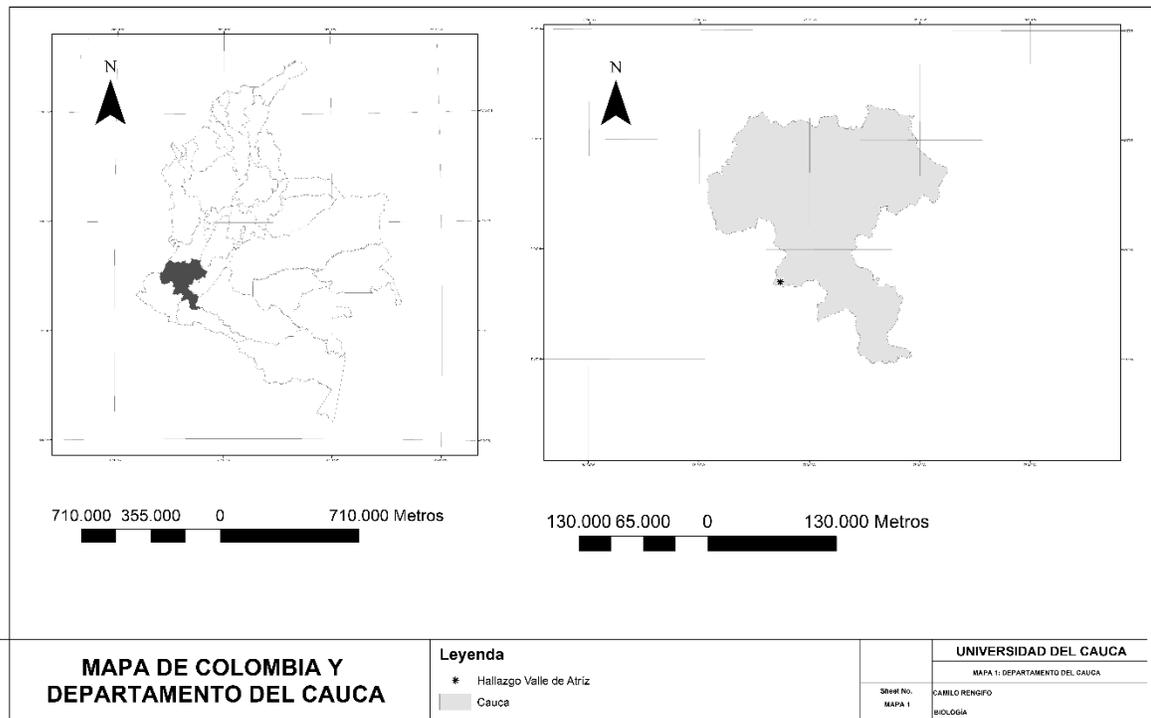


FIGURA 4. Mapa del departamento del Cauca y zona de hallazgo en el Valle de Atríz.

### 6.1.2. Zona Tatacoa, Huila

Esta zona del valle superior del río Magdalena se encuentra localizado norte del departamento del Huila y sur del departamento del Tolima, esta zona del valle superior del río Magdalena cubre un área de 2.400 km<sup>2</sup>, con morfología plana a ligeramente ondulada y una morfología montañosa correspondiente a las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental es ligeramente ondulada (figura 5). El río Magdalena atraviesa el área de la plancha 303 del Servicio Geológico Colombiano en su extremo NW con dirección SW-NE; otras corrientes de importancia son los ríos Cabrera, Ambicá y Venado (Fuquen *et al*, 1989).

La zona donde posiblemente se encontraron los restos fósiles hace parte de rocas sedimentarias del Cenozoico del sinclinal de Colombia. La correlación y descripción de estas unidades litoestratigráficas no es muy precisa, debido a que se carece de un levantamiento estratigráfico en detalle (Fuquen *et al*, 1989).

Esta estructura geológica está limitada por la Falla de Altamizal en su flanco occidental, lo cual indica claramente un transporte en forma de escamas para el conjunto de rocas que conforman el pliegue desde el este hacia el oeste, desarrolladas principalmente sobre rocas paleógenas y neógenas. Los flancos están constituidos por rocas del Grupo Olini, la Formación La Tabla, la Guaduas y las Arenitas de San Andrés; en el núcleo del sinclinal se encuentran las Arcillolitas de San Marcos, los Conglomerados de Santana, las Arcillolitas del Río Cabrera y las Arcillolitas de Colombia (Fuquen *et al.* 1989). Como no existe conocimiento exacto de la estratigrafía de la zona exacta relacionada con las muestras de fósiles colectados, no es posible una referencia a la geología del área exacta.

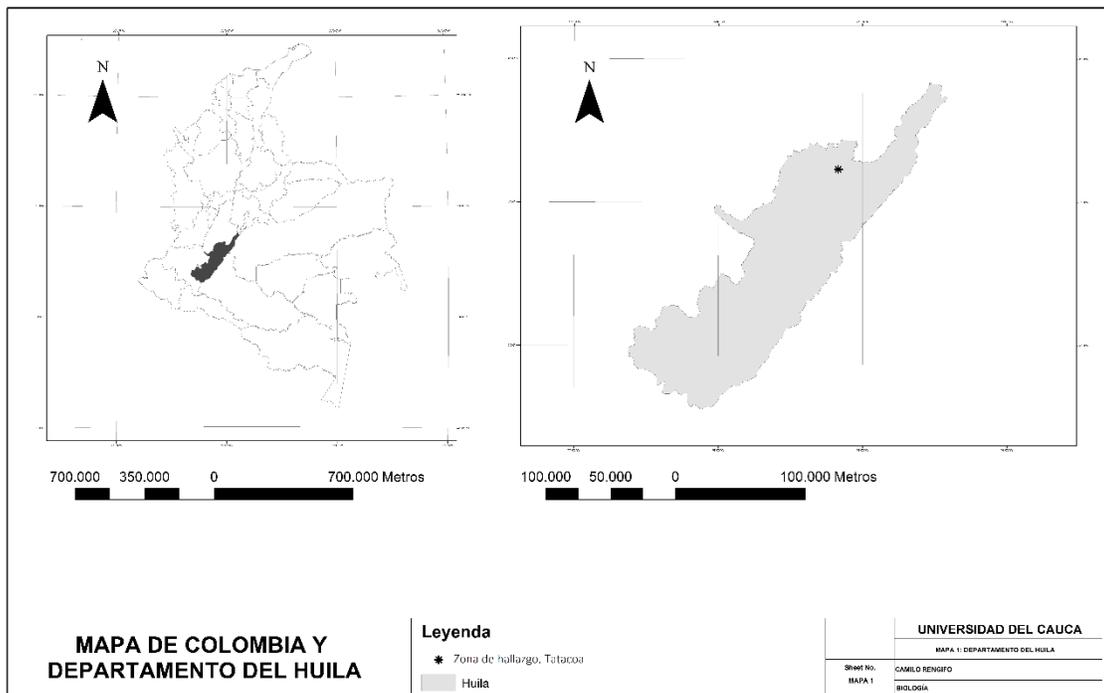


FIGURA 5: Departamento del Huila y zona de hallazgo en el Desierto de la Tatacoa.

El material base de este estudio son los restos fósiles de GOMPHOTHERIIDAE provenientes de distintas formaciones geológicas del Pleistoceno del suroccidente Colombia, el propósito es realizar una evaluación morfológica y morfométrica de fragmentos de esta familia procedentes del Suroccidente de Colombia, que hacen

partes de la colección de exhibición del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

Las muestras paleontológicas del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, tiene asignado un código con su estado actual de bioerosión que se relaciona con su calidad y fragmentación, estos se han anexados a una base de datos pertenecientes al museo (tabla 1) y se centran en su procedencia, en la zona suroccidental del país: Mercaderes-Cauca, Valle de Atriz-Nariño, Tatacoa-Huila.

<b>N° de Referencia</b>	<b>Institución</b>	<b>Estructura identificada</b>	<b>Localidad</b>	<b>Estado Fragmentación</b>
PL 0074	MHNUC	Deciduo de molar	Mercaderes	Incompleto
PL 0120	MHNUC	Molares	Tatacoa	Completo
PL 0121	MHNUC	Molar	Tatacoa	incompleto
PL 0122	MHNUC	Fragmento de molar	Tatacoa	Incompleto
PL 0123	MHNUC	Fragmento de molar	Tatacoa	Incompleto
PL 0124	MHNUC	Fragmento de molar	Tatacoa	Incompleto
PL 0125	MHNUC	Fragmento de molar	Tatacoa	Incompleto
PL 0126	MHNUC	Fragmento de molar	Tatacoa	Incompleto
PL 0127	MHNUC	Fragmento de molar	Tatacoa	Completo
PL 0128	MHNUC	Fragmento de molar	Tatacoa	Completo
PL 0129	MHNUC	Fragmento de molar	Tatacoa	Completo
PL 0130	MHNUC	Fragmento de molar	Tatacoa	Incompleto
PL 0131	MHNUC	Fragmento de molar	Tatacoa	Incompleto
PL 0132	MHNUC	Fragmento de molar	Tatacoa	Incompleto
PL 0133	MHNUC	Cabeza rotular.	Valle de Atriz	Completo
PL 0134	MHNUC	Vertebra	Valle de Atriz	Incompleto
PL 0135	MHN-UC	Costillas	Valle de	incompleto

*Tabla 1 Listado del material estudiado. Modificado de la base de datos de la sala de Paleontología, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca*

Esta metodología contiene diferentes fases:

## **6.2. ESPACIALIZACIÓN ANATÓMICA DE LAS PIEZAS FÓSILES**

Para determinar la espacialización anatómica de las piezas dentarias se utilizó el método de Simpson *et al.*, (1957) ya que varios autores (Chávez-Aponte *et al.*, 2008; Frassinetti y Alberdi, 2000) coinciden en que este trabajo tiene suficiente información en el tema ya que existe una alta variabilidad en la morfología molar de los mastodontes suramericanos, por lo tanto se determina encontrar el posicionamiento anteroposterior de las piezas, ubicando la parte lingual y labial de los molares y si hacen parte de la maxila o de la mandíbula.

## **6.3. MEDICIÓN MORFOMÉTRICA**

Concluida la metodología en cuanto a los aspectos morfológicos, el análisis morfométrico se realizó basado en las etapas de desgaste tomando medidas en milímetros de cada molar, la mayor altura de la corona en la parte labial y lingual, así como también la anchura de la depresión resultante del desgaste en cada lofo, es decir, el área expuesta a la dentina, puesto que el patrón de desgaste en los proboscidos es más rápido en las cúspides linguales, se designa el término “Grueso” para la medición de la parte anterior hasta la posterior de cada lofo de los molares, así el promedio entre las mediciones cúspides (altura de la corona y anchura del área con la dentina expuesta en cada cúspide) exige establecer un equilibrio entre las diferencias causadas por los dientes que se desgastan (Mothé *et al.*, 2010). Para la toma de estas medidas se utilizaron los instrumentos: un calibrador de 6 pulgadas, una cinta métrica regla de 30 cm, lápiz, libreta para anotar. Las medidas extraídas de cada ejemplar sirvieron para realizar un primer análisis estadístico comparativo mediante diagramas de dispersión de los molares superiores e inferiores (M2/m2 y M3/m3) tomado (Gómez y Alberdi, 2006). La muestra (PI 0135) Hacen parte de fragmento de costillas muy pequeños su

información para este estudio no se tiene en cuenta pues sus datos no son significativos.

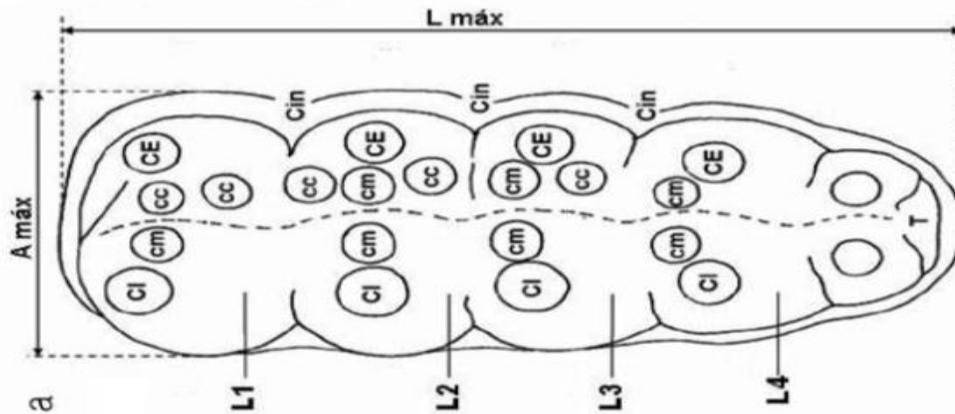


FIGURA 6 Medidas molares (modificada de Alberdi et al., 2002).

**L máx:** Longitud máxima. **A1:** Anchura a nivel de la colina uno. **A2:** Anchura a nivel de la colina dos. **A3:** Anchura a nivel de la colina tres. **A4:** Anchura a nivel de la colina cuatro. **A5:** Anchura a nivel de la colina cinco. **A máx:** Ancho máximo. **En:** Entoconos o conos internos o linguales. **Ec:** Ectoconos o conos externos o labiales. **I:** Cono principal interno. **M:** Mesoconos o conos próximos a la línea media. **E:** Cono principal externo. **C:** Cónulos centrales. **Ci:** Cíngulo. **T:** Talón. Trazo discontinuo: Línea (datos tomados de Gómez y Alberdi. 2006).

Esto sirvió para comparar los ejemplares con molares de otras instituciones y de la bibliografía citada. También se calculó el índice de robustez para cada uno de los molares completos siguiendo la fórmula por Osborn (1936):

$$IA=[A>]x100/LT$$

A> es el ancho mayor y LT la longitud máxima; éste índice se denomina también índice de la anchura de la corona del molar.

A estos valores se les aplicó el test de Mann-Whitney U (tabla de resultados 38, 40 y 42), el cual se usa para comparar la heterogeneidad de dos muestras ordinales, esto con el fin de encontrar si hay diferencias significativas entre ellos, incluyendo como comparación los datos de otras poblaciones de GOMPHOTHERIIDAE. Para

esta parte se focalizó en una descripción detallada de la morfología y la morfometría de los clados de este grupo (Figura 2) con cada una de las muestras: PI 0120, PI 0121, PI 0122, PI 0123, PI 0124, PI 0125, PI 0126, PI 0127, PI 0128, PI 0129, PI 0130, PI 0131, PI 0132 siendo comparadas con otras muestras depositadas en otras instituciones como es el del ejemplar XM-2009-1 ejemplar m2 perteneciente al trabajo realizado por Páramo y Escobar 2010 y datos referenciados de Gómez (2006) y Alberdi (2002).

Para las mediciones biométricas de la Patela como de la vértebra de las muestras encontradas en valle de Atriz, se empleó el método de Christiansen (2004), que pronostica el peso total del animal (en kilogramos) según la circunferencia de la cabeza humeral. Ya que el autor menciona que la longitud y la mínima circunferencia demuestran ser los mejores parámetros para la predicción de la masa corporal.

Para la evaluación de la vértebra se acogió en el método de Simpson y Couto (1957), en donde se comparó con fotografías del documento citado.

## 7. RESULTADOS

### 7.1. IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL FÓSIL

Durante la primera etapa se hace una revisión del material fósil para la identificación de las partes que nos permite confirmar por medio de Anatomía Comparada dentaria entre las diferentes Familias de Proboscidos (Figura 2) que estas muestras son de Sur América del Sur además de su ubicación espacial anatómica, siguiendo la propuesta por Alberdi, *et al.*, (2002) tanto desde el punto de vista morfológico como morfométrico, da como resultado: molares M2/m2 y M3/m3 en estado juvenil adulto, diagnostico tomado por el nivel de desgaste por masticación en sus cónulos el cual no muestra un estado avanzado, característica propia de individuos que se encontraban en una madurez sexual temprana.

Estas piezas como se dijo anteriormente, hacen parte de fragmentos de molares y molares completos encontrados en la parte norte de la Tatacoa, departamento del Huila (figura 7), un deciduo de molar encontrado en Mercaderes Cauca, incompleto y fragmentado, fragmentos postcraneales (una patela, un disco vertebral incompleto, fragmentos de costillas) del Valle de Atríz en Nariño.

Las piezas fósiles se encuentran depositada y expuesta en la sala de exhibición en la sala de paleontología del Museo de Historia Natural, poseen un código y un registro de su localización de paleontología (tabla 1) y se centran su procedencia en la zona suroccidental del país: Mercaderes-Cauca, Valle de Atríz-Nariño, Tatacoa-Huila, datos que se encuentran anexados a la base de datos de dicha colección (Tabla 1)



*FIGURA 7 Piezas fósiles de la Tatacoa Huila, en proceso de remoción de sedimento. Sala de Taxidermia MHNUC.*

## **7.2. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL FÓSIL**

En esta segunda parte el material que se estudia, se encuentra en gran parte en un estado de fragmentación e incompleto. Estas muestras son colocadas en un fondo blanco para la toma de fotografías y descripción de su estado actual.

**7.2.1. Zona de Mercaderes, Cauca (PI 0074):** Deciduo de molar encontrado por Gilberto Navia, con una longitud anteroposterior de 99 mm y un ancho de 72 mm. Presenta tres lófos (trilofodonte), el primer lófo presenta figura trebolada, más reducidas en el segundo y parcialmente en el tercero, no se observa cónulos centrales y línea media clara y bien definida. Parece corresponder a un M1 derecho, posiblemente superior (Gómez y Alberdi, 2006) esta pieza se encuentra actualmente fragmentada debido a un incidente en su manipulación. Sin embargo, antes del percance se tomaron los datos correspondientes a la longitud y el ancho total, más no fotografías (Tabla 2, 3, 4, 5, 6 y 7). La muestra no presenta raíces por lo que la ubicación espacial se hace un poco más compleja (figura 8 y 9).

Tabla 2 Medidas (mm) de los lofos 1, 2 y 3 con sus cónulos de la muestra PI 0074, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca

Lofos 1		Cónulo 1			Cónulo 2		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
64	31	23	40	25	34	35	28
Lofos 2		Cónulo 1			Cónulo 2		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
72	47	32	47	21	30	37	26
Lofos 3		Cónulo 1			Cónulo 2		
Ancho (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Grueso (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Grueso (mm)
62	52	34	42	22	26	47	21

Tabla 3 Medidas en los tréboles de desgaste en cónulos labiales y linguales del lofos 1, 2 y 3 de la muestra PI 0074, MHNUC.

Lofos	Cónulo 1		Cónulo 2	
	Lingual (mm)		Labial (mm)	
	Ancho	Longitud	Ancho	Longitud
Lofo 1	20	21	13	7
Lofos	Cónulo 1		Cónulo 2	
	Lingual (mm)		Labial (mm)	
	Ancho	Longitud	Ancho	Longitud
Lofo 2	19	20	11	14
Lofos	Cónulo 1		Cónulo 2	
	Lingual (mm)		Labial (mm)	
	Ancho	Longitud	Ancho	Longitud
Lofo 3	16	18	14	6



*FIGURA 8 Deciduo de molar incompleto PL 0074. Vista superior. (MHNUC).*



*FIGURA 9 Deciduo de molar completo PI 0074. Vista anteroposterior. (MHNUC).*

**7.2.2. Zona Tatocoa, Huila (PI 0120):** En esta zona se tiene dos molares, uno de ellos es un m2 trilofodonte mandibular derecho completo con signos de desgaste, presentando un diámetro anteroposterior de 151 mm y un ancho de 92 mm, los rasgos morfológicos indican que el ejemplar muestra indicios de madurez. En el

primer lofo en dirección anteroposterior está fragmentado, pero no lo suficiente para no tomar las medidas correspondientes (Tabla 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15) adicionalmente presenta desgaste en sus cónulos y presencia de esmalte. Por otro lado, el fragmento que se encuentra en la misma pieza hace parte de un m3 incompleto, con una longitud anteroposterior de 95 mm y de ancho 90 mm, no presenta desgaste por lo que se determina que es posible que este no haya salido aún para cumplir la tarea de masticación. Lo que evidencia datos interesantes sobre la posible edad del individuo deduciendo que el ejemplar era un juvenil de temprana edad (figura 10 y 11).

*Tabla 4 Medidas (mm) del lofo 1, 2 y 3 con sus cónulos de la muestra PI 0120 m2, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.*

<b>Lofo 1</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
88	54	-	-	-	39	54	58
<b>Lofo 2</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
90	48	43	39	36	34	54	35
<b>Lofo 3</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
92	54	43	49	39	34	54	35

*Tabla 5 Medidas en los tréboles de desgaste en cónulos labiales y linguales de los lofos 1, 2 y 3 de la muestra PI 0120, MHNUC.*

Lofo 1	Cónulo 1		Cónulo 2	
	Lingual (mm)		Labial (mm)	
	Ancho	Longitud	Ancho	Longitud
	-	-	26	25
Lofo 2	Cónulo 1		Cónulo 2	
	Lingual (mm)		Labial (mm)	
	Ancho	Longitud	Ancho	Longitud
	23	25	17	18

Lofo 3	Cónulo 1		Cónulo 2	
	Lingual (mm)		Labial (mm)	
	Ancho	Longitud	Ancho	Longitud
	23	19	20	6

Tabla 6 Medidas de los lofos 1 y 2 con sus cónulos de la muestra PI 0120 m3, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.

Lofo 1		Cono 1			Cono 2		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
90	84	34	40	50	38	62	49
Lofo 2		Cono 1			Cono 2		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
-	55	-	-	-	37	-	36



FIGURA 10 Molar M2 completo, M2 adjunto incompleto PI 0120. Vista superior de la muestra. (MHNUC).



*FIGURA 11 Molar M2 completo, M2 adjunto incompleto PI 0120. Vista lateral derecha. (MHNUC).*

**7.2.3. Zona Tatacoa, Huila (PI 0121):** Molar m2 mandibular derecho con una longitud anteroposterior de 132 mm y de ancho de 86 mm, a pesar de que la muestra como tal se encuentra en buen estado, presenta un deterioro en su estructura dental, más que todo en la zona anterior y lateral derecho, la medición de ancho y longitud anteroposterior se hace un poco más compleja (tabla 16, 17,18, 19, 20 y 21), aunque se toma la decisión de tomarlas según la estructura actual de dicha pieza. Es importante resaltar que se encuentra adherida a lo que posiblemente puede ser un fragmento de mandíbula lo que ayuda a la su localización espacial, permitiendo ubicar esta pieza fósil como una molar mandibular m2 derecho. Presenta desgaste, lo que significa presencia de tréboles y esmalte dando a entender que se trata de un adulto (figura 12 y 13).

Tabla 7 Medidas (mm) de los lofos 1, 2 y 3 con sus cónulos de la muestra PI 0121 m2, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.

Lofos 1		Cónulo 1			Cónulo 2		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
76	50	45	50	43	-	44	-
Lofos 2		Cónulo			Cónulo 2		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
53	43	42	32	39	34	39	41
Lofos 3		Cónulo 1			Cónulo 2		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
88	42	56	34	42	32	43	34

Tabla 8 Medidas en los tréboles de desgaste en cónulos labiales y linguales de los lofos 1, 2 y 3 de la muestra PI 0121, MHNUC.

Lofos	Cónulo 1		Cónulo 2	
	Lingual (mm)		Labial (mm)	
	Ancho	Longitud	Ancho	Longitud
Lofo 1	30	39	-	-
Lofo 2	Cónulo 1		Cónulo 2	
	Lingual (mm)		Labial (mm)	
	Ancho	Longitud	Ancho	Longitud
	30	33	-	24
Lofo 3	Cónulo 1		Cónulo 2	
	Lingual (mm)		Labial (mm)	
	Ancho	Longitud	Ancho	Longitud
	21	25	18	10



*FIGURA 12 Molar M2 incompleto. PI 0121. Vista superior. (MHNUC).*



*FIGURA 13 Molar M2 incompleto. PI 0121. Vista lateral derecha. (MHNUC).*

7.2.4. **Zona Tatacoa, Huila (PI 0122, 0123, 0124, 0125, 0126):** Hacen parte de fragmentos fósiles que componen un molar M3 pentalofodonte casi completo, con una longitud anteroposterior de 206 mm y un ancho de 95. Primer lofo en dirección anteroposterior se encuentra con signos de desgaste, tampoco hay presencia de raíces en el molar (figura 14 y 15).

Tampoco se muestra desgaste avanzado y sus medidas se encuentran dentro del promedio de tamaño de molares M3, no es posible realizar una ubicación espacial como tal, pero por el desgaste en uno de sus cúmulos de que sea un M3 derecho (Tabla 22, 23, 24, 25, 26 y 27).

*Tabla 9 Medidas (mm) de los lofos 1 (sin datos), 2, 3, 4 y 5 con sus cúmulos de la muestra (PI 0122, 0123, 0124, 0125, 0126) m2, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.*

<b>Lofo 1</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Gruoso	Ancho	Alto	Gruoso
-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Lofo 2</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Gruoso	Ancho	Alto	Gruoso
87	67	26	61	30	16	66	33
<b>Lofo 3</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Gruoso	Ancho	Alto	Gruoso
91	69	22	68	36	24	71	36
<b>Lofo 4</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Gruoso	Ancho	Alto	Gruoso
78	67	19	53	26	16	64	32
<b>Lofo 5</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Gruoso	Ancho	Alto	Gruoso
26	50	19	53	23	16	54	25

Tabla 10 Medidas (mm) de los cónulos centrales (Cc) (PI 0122, 0123, 0124, 0125, 0126) M3, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.

<b>Cónulos centrales</b>			
<b>C.c</b>	<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>
1	20	16	7
2	27	5	16
3	11	5	17
4	20	12	22
5	41	17	13



FIGURA 14 Molar M3, incompleto fragmentado. PI 0122, PI 0123, PI 0124, PI 0125, PI 0126. Vista lateral izquierda. (MHNUC).



FIGURA 15 Molar M3, incompleto fragmentado. PI 0122, PI 0123, PI 0124, PI 0125, PI 0126. Vista superior. (MHNUC).

7.2.5. **Zona Tatacoa, Huila (PI 0127, 0128, 0129):** Estas piezas hacen parte de un molar M3 izquierdo pentalofodonte completo con un diámetro anteroposterior de 233 mm y de un ancho de 90 mm, pero sus raíces se encuentran ausentes, no presentan desgaste por ende no hay tréboles y la distinción entre los cónulos labiales con los cónulos linguales es muy limitada, se observan de igual manera los cónulos centrales y el talón, de esta manera se puede dar una ubicación espacial del ejemplar, dando una muestra completa y datos más exactos (Tabla 28, 29, 30, 31 y 32) lo que nos permite dar una aproximación de medida a los ejemplares M3 que se encuentran incompletos (figura 16 y 17).

Tabla 11 Medidas (mm) de los lofos 1, 2, 3 y 4 con sus cónulos de la muestra (PI 0127, 0128 y 0129,) M3, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.

<b>Lofo 1</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
89	62	42	60	37	36	62	42
<b>Lofo 2</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
89	68	72	69	67	36	66	29
<b>Lofo 3</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
90	51	39	60	32	37	63	40
<b>Lofo 4</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
82	51	30	56	41	26	45	28

Tabla 12 Medidas (mm) de los cónulos centrales (Cc) (PI 0122, 0123, 0124, 0125, 0126) M3, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.

<b>Cónulos centrales</b>			
<b>C.c</b>	<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>
1	32	37	29
2	37	37	30
3	34	34	30
4	35	31	37
5	27	30	30



FIGURA 16 Molar M3, PI 0127, PI 0128, PI 0129. Vista superior. (MHNUC).



FIGURA 17 Molar M3; PI 0127, PI 0128, PI 0129. Vista lateral derecha. (MHNUC).

7.2.6. **Zona Tatacoa, Huila (PI 0130, 0131, 0132):** Son fragmentos incompletos no llegan a completar una estructura dentaria con un ancho de 90 mm, no se toma longitud anteroposterior por la fragmentación de la muestra y como sus datos obtenidos de las medidas no son significativas (Tabla 33, 34 y 35) no se toman en cuenta a la hora de realizar el análisis estadístico (figura 18).

*Tabla 13 Medidas (mm) de los lofos 1 y 4 con sus cónulos de la muestra (PI 0130, 0131, 0132) M, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.*

<b>Lofos 1</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
90	64	40	57	-	36	64	40

<b>Lofos 4</b>		<b>Cono 1</b>			<b>Cono 2</b>		
Ancho	Alto	Ancho	Alto	Grueso	Ancho	Alto	Grueso
087	62	44	48	42	37	62	20

*Tabla 14 Medidas (mm) de los cónulos centrales (Cc) (PI 0122, 0123, 0124, 0125, 0126) M3, Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.*

<b>Cónulos centrales</b>			
<b>C.c</b>	<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>
1	30	31	19



FIGURA 18 Molar M3? incompleto, PL 0130, PI 0131, PI 0132. Vista superior. (MHNUC).

Siguiendo a Alberdi *et al.*, 2002 y 2003 la reorganización de los datos significativos (Tabla 36). A esta tabla son anexados los datos proporcionados por Gómez, 2006. y como consiguiente se obtiene la siguiente base de datos.

Estas muestras pertenecen a diferentes instituciones: Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca [MHNUC]; Grupo de Estudios Paleontológico Universidad Nacional de Colombia [GEPUN]; Universidad Nacional Autónoma de México, la del Instituto de Geología incluidos los materiales depositados en el Museo de Geología de la misma Universidad [MGUNAM, IGM, IGCU, LACM(CIT)]; en el Instituto Nacional de Antropología e Historia, la del Laboratorio de Arqueozoología en el Distrito Federal (DP), al que pertenecen también la del Museo Regional de Guadalajara (MRG) y la del Museo Regional de Puebla (MRP) y la del Centro Regional de Puebla (CRINAHP). Otra colección visitada fue la del Museo de Paleontología de Guadalajara “Ing. Federico Solórzano” (MPG), dependiente del ayuntamiento de esa ciudad.

Tabla 15 Datos agrupados de los molares del MHNUC, Gómez.2006 y Alberdi. 2002.

COLECCIÓN	CÓDIGO	LOCALIDAD	TIPO MOLAR	LONGITUD					ANCHO MÁX (mm)	IA=[A>]x100/LT (mm)	
				D LT (mm)	A1 (mm)	A2 (m m)	A3 (m m)	A4 (mm )			A5 (m m)
MHNUC	PL 0074	Mercaderes	Deciduo	99	64	72	62	0	0	72	72,72
MHNUC	PL 0120	Tatacoa	m2 Derecho	151	88	90	92	0	0	92	60,92
MHNUC	PL 0120	Tatacoa	M3 Derecho	95	90	0	0	0	0	90	94,73
MHNUC	PL 0121	Tatacoa	m2 Derecho	132	76	53	88	0	0	88	66,66
MHNUC	PL 0122,	Tatacoa	M3 Derecho	206	0	87	91	78	26	95	46,11
MHNUC	PL 0127,	Tatacoa	M3 Izquierdo	233	89	89	90	82	58	90	38,62
GEPUN	XM-2009-1	Cartagena	m2 Derecho	123	0	0	65	56	0	65	52,84
MGJRG	DON15012000 /1	Curiti, Sant	M3 Izquierdo	178	84,6 2	85, 53	81, 08	73,8 5	0	85,53	48,05
MGJRG	3353/a	Mosquera, Cund	M3 Izquierdo	200	84,4	77, 03	75, 2	77,3 8	0	84,4	42,2
MGJRG	3353/B	Mosquera, Cund	m2 Derecho	130,53	63,5 1	69, 78	72, 99	0	0	72,99	55,92
MGJRG	3353-1	Mosquera, Cund	M3 Derecho	172	77,9 5	76, 63	75, 7	64,1 2	0	77,95	45,32
MGJRG	3353-2	Mosquera, Cund	M3 Derecho	186	76,0 9	74, 08	71, 21	65,4 8	0	76,09	40,91
MGJRG	3353-3	Mosquera, Cund	M2 Derecho	118,93	79,5 1	76, 51	80, 85	0	0	80,85	67,98
MGJRG	3353-4	Mosquera, Cund	m3 Izquierdo	203	82,0 2	70, 78	66, 81	66,0 3	0	82,02	40,4
MGJRG	3353-5	Mosquera, Cund	M3 Derecho	198	79,3 1	67, 01	67	68,6 6	0	79,31	40,06
MGJRG	3353-6	Mosquera, Cund	M2 Derecho	116,74	80,5 7	78, 36	82	0	0	82	70,24
MGJRG	3353-7	Mosquera, Cund	m3 Izquierdo	176	82,4 3	85, 77	83, 74	66,6 7	0	85,77	48,73
PC	72 a(2)	Mosquera, Cund	m2 Izquierdo	109,5	62,2 1	63, 89	71	0	0	71	64,84
PC	72 b(1)	Mosquera, Cund	m2 Derecho	110,79	58,3 3	63, 17	69, 02	0	0	69,02	62,3
MGJRG	RD/1Anterior	Nemocon, Cund	m2 Derecho	118	68,5	70, 35	72, 05	0	0	72,05	61,06
MGJRG	RD/1Posterior	Nemocon, Cund	m3 Derecho	204	76,5	66, 91	60, 19	57,9 6	51,2 8	76,5	37,5
MGJRG	XX3	Nemocon, Cund	m2 Derecho	113,29	60,1 8	66, 92	72, 16	0	0	72,16	63,69
MGJRG	XX4	Nemocon, Cund	m3 Derecho	194	65,3 5	57, 34	55, 71	54,3 1	0	65,35	36,69
MGJRG	XX5	Nemocon, Cund	m3 Derecho	187	78	80, 48	90, 38	89,0 4	0	90,38	48,33
MGJRG	MNAD/C	Nemocon, Cund	M2 Derecho	114,79	63,6 8	71, 7	69, 6	0	0	71,7	62,46
MGJRG	MNPD/C	Nemocon, Cund	M3 Derecho	150,36	64,3 4	58, 05	55, 47	47,6 9	0	64,34	42,79
MGJRG	MNAI/C	Nemocon, Cund	M2 Izquierdo	111,39	68,7	71, 72	71, 85	0	0	71,85	64,5
MGJRG	MNPI/C	Nemocon, Cund	M3 Izquierdo	150,03	65,6 3	65, 24	57, 85	47,6 8	0	65,63	43,74
MGJRG	MPSAD	Pubenza, Cund	M2 Derecho	127,17	84,2 2	79, 61	84, 15	0	0	84,22	66,23
MGJRG	MPSPD	Pubenza, Cund	M3 Derecho	195	97,4 3	90, 28	86, 98	70,5 6	0	97,43	49,96
MGJRG	MPSAI	Pubenza, Cund	M2 Izquierdo	128,75	82,7 6	80, 86	85, 24	0	0	85,24	66,21

MGJRG	MPSPI	Pubenza, Cund	M3 Izquierdo	190	99,0 8	94, 51	85, 61	77,3 7	0	99,08	52,15
MGJRG	MPIPD	Pubenza, Cund	m3 Derecho	209	100, 38	97, 92	89, 34	93,1 5	66,6 7	100,38	48,03
MGJRG	MPIAI	Pubenza, Cund	m2 Izquierdo	124,85	80,8 6	88, 37	94, 94	0	0	94,94	76,04
MGJRG	MPIPI	Pubenza, Cund	m3 Izquierdo	203	97,2 1	96, 41	82, 44	65,7 7	52,4 7	97,21	47,89
MGJRG	MNII	Pubenza, Cund	m3 Izquierdo	179	80,2 1	85, 91	81, 89	80,0 0?	0	85,91	47,99
MIC	MIC-MAMI	Pubenza, Cund	m2 Izquierdo	109,24	51,6 8	68, 61	79, 88	0	0	79,88	73,18
MIC	MIC-MPMI	Pubenza, Cund	m3 Izquierdo	187,3	82,4 6	89, 18	79, 86	76,4	0	89,18	47,61
MIC	MIC-MAMD	Pubenza, Cund	m2 Derecho	107,14	56,3 6	65, 07	76, 88	0	0	76,88	71,76
MIC	MIC-MPMD	Pubenza, Cund	m3 Derecho	177,04	82,8 1	90, 29	83, 81	76,4 1	0	90,29	51
MGJRG	NN-150 (anterior)	Samacá, Boy	M2 Izquierdo	116,73	73,1 1	78, 61	83, 81	0	0	83,81	71,8
MGJRG	NN-150 (posterior)	Samacá, Boy	M3 Izquierdo	202	85,0 2	78, 39	67, 19	63,5 1	0	85,02	42,09
ICN	D/5 N80-90	Tibitó, Cund	m2 izquierdo	117,43	62,8 9	64, 86	68, 39	0	0	68,39	58,24
Museo ICN	D/5 N80-90	Tibitó, Cund	m2 derecho	123,71	60,2	61, 09	64, 79	0	0	64,79	52,37
CBP	CBP2	Villa de Leyva, Boy	m2 Derecho	126,77	62,1 9	63, 51	71, 91	0	0	71,91	56,72
CTUA	-	Yali, Ant	M3 Derecho	186	81	80	75	66	48	81	43,55
SIN INST	DP-5770	Taxco	m2 Derecho	112	78	81, 9	79, 8	0	0	81,9	73,13
SIN INST	DP-5771	Taxco	m2 Izquierdo	110,8	77,1	83	83, 1	0	0	83,1	75
SIN INST	DP-5772	Taxco	M3 Derecho	153	82,5	81	76	70	43	82,5	53,92
SIN INST	DP-5773	Taxco	M3 Izquierdo	161,5	0	0	79	73	41,2	79	48,92
SIN INST	DP-5774	Taxco	m2 Derecho	114	0	73	80	0	0	80	70,18
SIN INST	DP-5775	Taxco	m2 Izquierdo	116	64	73	79, 7	0	52	79,7	68,71
SIN INST	DP-5776	Taxco	M3 Derecho	176	76	74	80	74	52	80	45,45
SIN INST	DP-5777	Taxco	M3 Izquierdo	178	72	75	78	76	0	78	43,82
SIN INST	IGM 58.13	El Ocote	m2 Izquierdo	143	85	82	88	0	0	88	61,54
SIN INST	IGM 58.13	El Ocote	M3 Derecho	165	91	83	75, 3	0	0	91	55,15
SIN INST	IGM 58.13	El Ocote	M3 Izquierdo	174	79	70	75	0	37	79	45,4
SIN INST	MPG-SN	Ajjie	M3 Derecho	167	94	91, 5	85, 5	68,7	35	94	56,29
SIN INST	MPG-709	Chapala- Zacoalco	M3 Izquierdo	161	67	68	67, 5	55	0	68	42,24
SIN INST	MGUNAM-263	Charo	m2 Izquierdo	120	0	0	0	0	28	0	0
SIN INST	MGUNAM-263	Charo	M3 Derecho	165	68	71	74, 5	64	0	74,5	45,15
SIN INST	IGM 49.179	La Goleta	m3 derecho	165	68,1	75	72, 5	59,8	0	75	45,45
SIN INST	IGCU-874	La Goleta	m2 Derecho	122	68	74, 5	75, 2	0	0	75,2	61,64
SIN INST	IGCU-874	La Goleta	m2 Derecho	109	74	83	76	0	0	83	76,15
SIN INST	IGCU-874	La Goleta	m2 Izquierdo	115,5	69,5	76	75	0	0	76	65,97
SIN INST	IGCU-874	La Goleta	M3 Derecho	155,2	79,5	82	80	0	0	82	52,73
SIN INST	IGCU-874	La Goleta	M3 Derecho	143	85	83	73	57,5	0	85	59,44
SIN INST	IGCU-874	La Goleta	M3 Derecho	158,5	78,5	84	81	64	0	84	53

SIN INST	IGM 49.179	La Goleta	M3 Izquierdo	165	0	0	0	0	0	0	0	
SIN INST	MGUNAM-254	Sin localidad	m2 Derecho	101	0	0	76,	1	0	0	76,1	75,35
SIN INST	MGUNAM-254	sin localidad	M3 izquierdo	145	80	77	71,	8	56,5	0	80	55,17

Como los molares pertenecientes al Museo de Historia Natural no son lo suficientemente numerosos, se aplican la mayor cantidad de análisis posibles con el propósito de sacar el máximo de resultados posibles para su clasificación.

Concretamente, se han realizado diagramas de dispersión o bivariantes, donde se contrasta la longitud máxima del diente con la anchura mayor de los mismos con el fin de ver la dispersión de los datos muestrales en el marco de muchos otros restos de la Familia GOMPHOTHERIIDAE de otras localidades de Colombia por Gómez y Alberdi, (2006) y Alberdi, (2002) en América del Sur.

Para visualizar las relaciones entre los grupos encontrados en Colombia representados con un cuadro (□) y los encontrados en sur américa con un asterisco (\*) con los restos depositados en el MHNUC, representados con un triángulo (Δ), a su vez son sometidos a un análisis de componente principales (ACP) como lo propone Gómez y Alberdi, (2006). y Alberdi, (2002). A su vez los resultados del ACP han sido sometidos a un análisis discriminante (AD) con el fin de observar hasta qué punto los resultados obtenidos en el ACP indican diferencias significativas entre los grupos resultantes del mismo y en qué medida, por tanto, pueden ser utilizados desde un punto de vista taxonómico.

La prueba de Mann-Whitney (Tabla 17, 19 y 21) muestra datos significativos, pero la probabilidad de que las muestras pertenezcan a un solo grupo es muy reducida, rechazando la posibilidad de asignación de un epíteto específico a estos elementos fósiles.

Tabla 16 Porcentaje de Varianza de los molares M2.

PC	VALOR TIPO	% VARIANZA
1	0.00214211	68.967
2	0.000963869	31.033

Tabla 17 Test de Mann-Whitney U, molares M2.

Mann-Whitn U : 0	z : -6,7011
p (same med.)	2,0689 E-11
Monte Carlo permutation	p (same med.): 0,0001

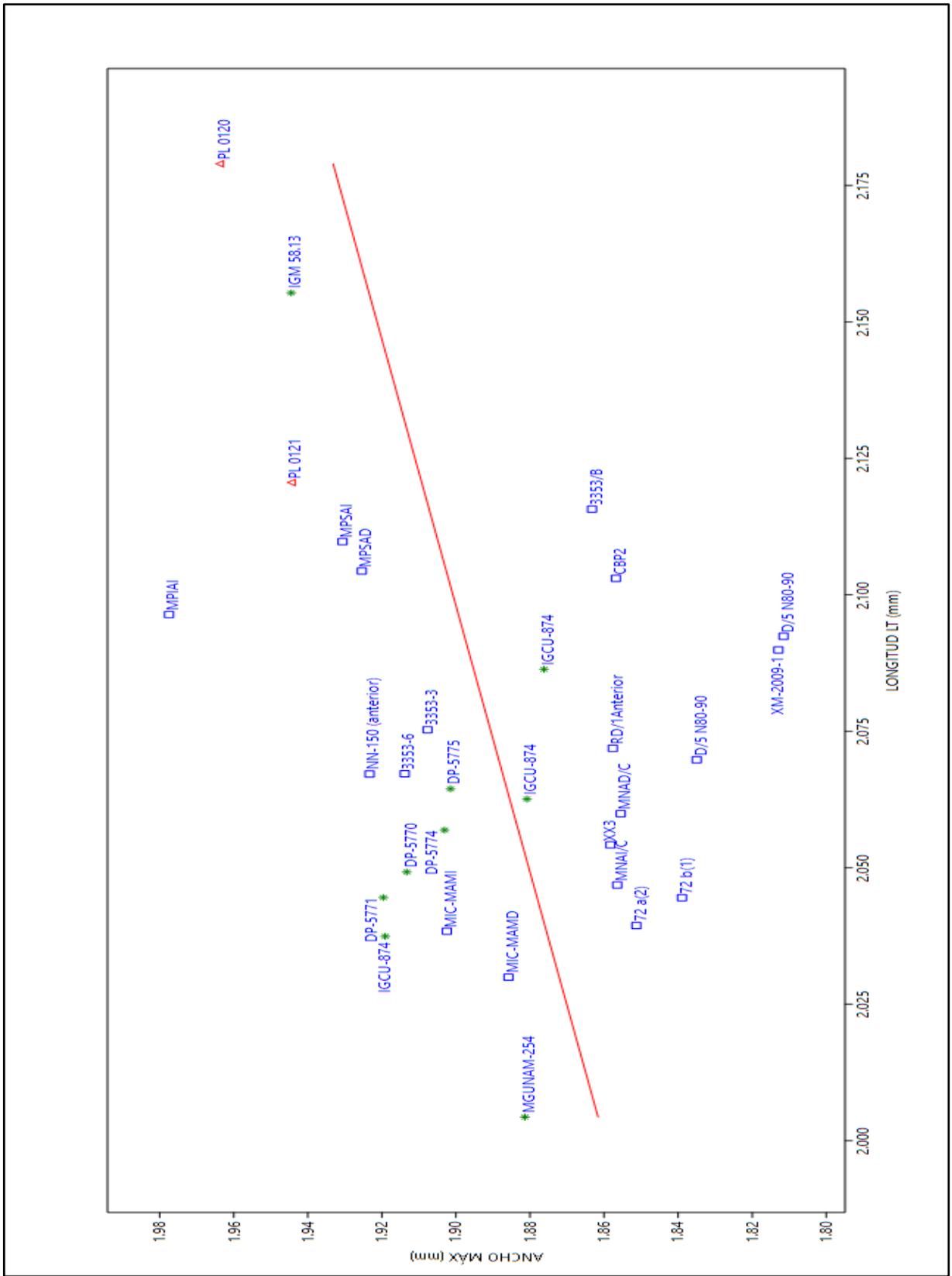


FIGURA 19 Análisis Bivariante con molares M2 de la zona de la Tatacoa.



La figura 20 nos muestra el ACP de molares M2 pertenecientes al MHNUC comparado con los datos tomados de los trabajos de Gómez y Alberdi, 2006. Aunque las muestras PL 00120 y PI 00121 se encuentran un poco más alejadas al presentar una longitud mayor.

*Tabla 18 Porcentaje de Varianza de los molares M3.*

PC	VALOR TIPO	% VARIANZA
1	0.00453778	68.064
2	0.00212917	31.936

*Tabla 19 Test de Mann-Whitney U, de la tabla M3/m3.*

Mann-Whitn U : 0	z : -6,7011
p (same med.)	2,0689 E-11 (exponencial)
Monte Carlo permutation	p (same med.): 0,0001

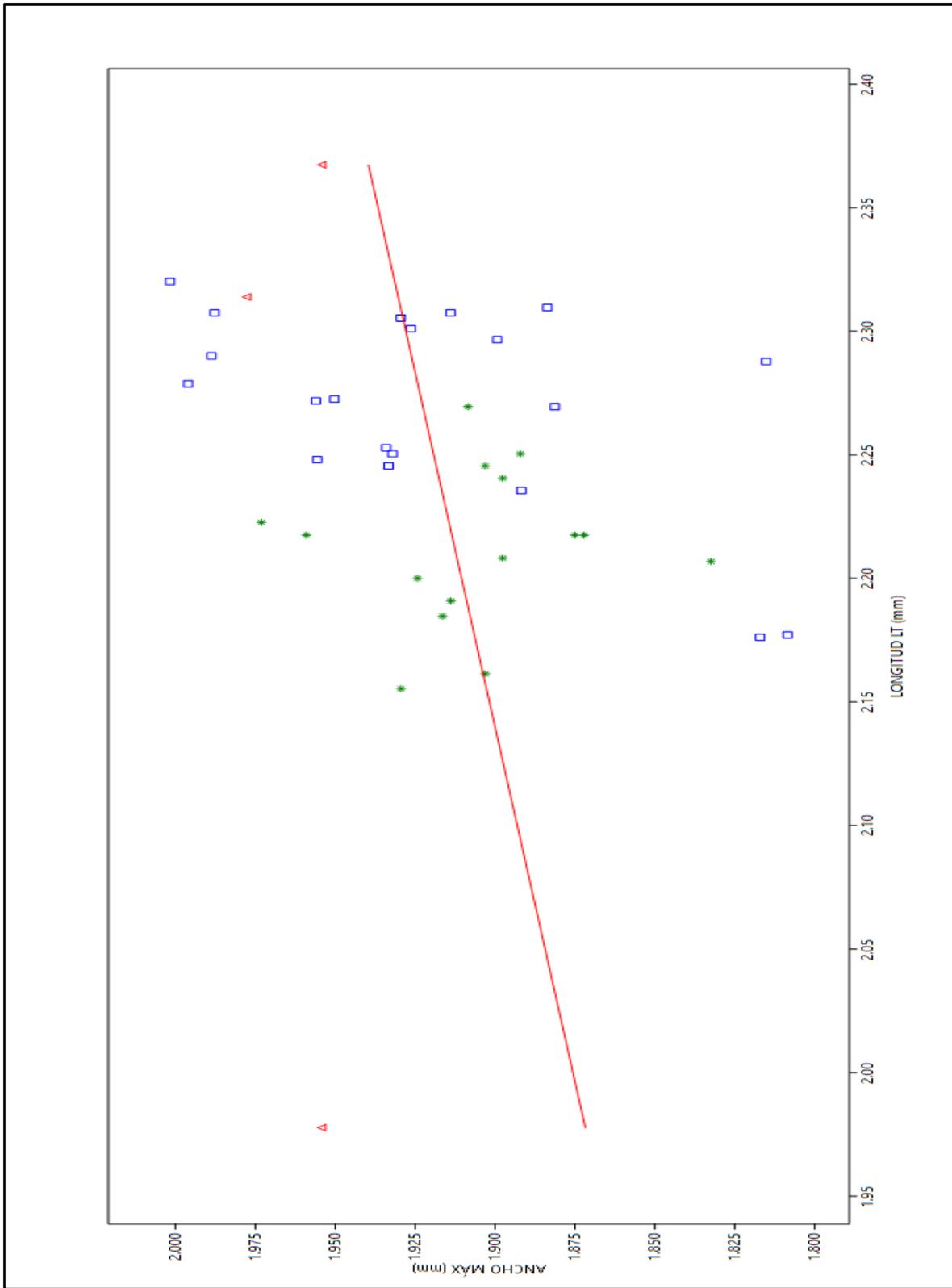


FIGURA 21 Análisis Bivariante de molares M3.

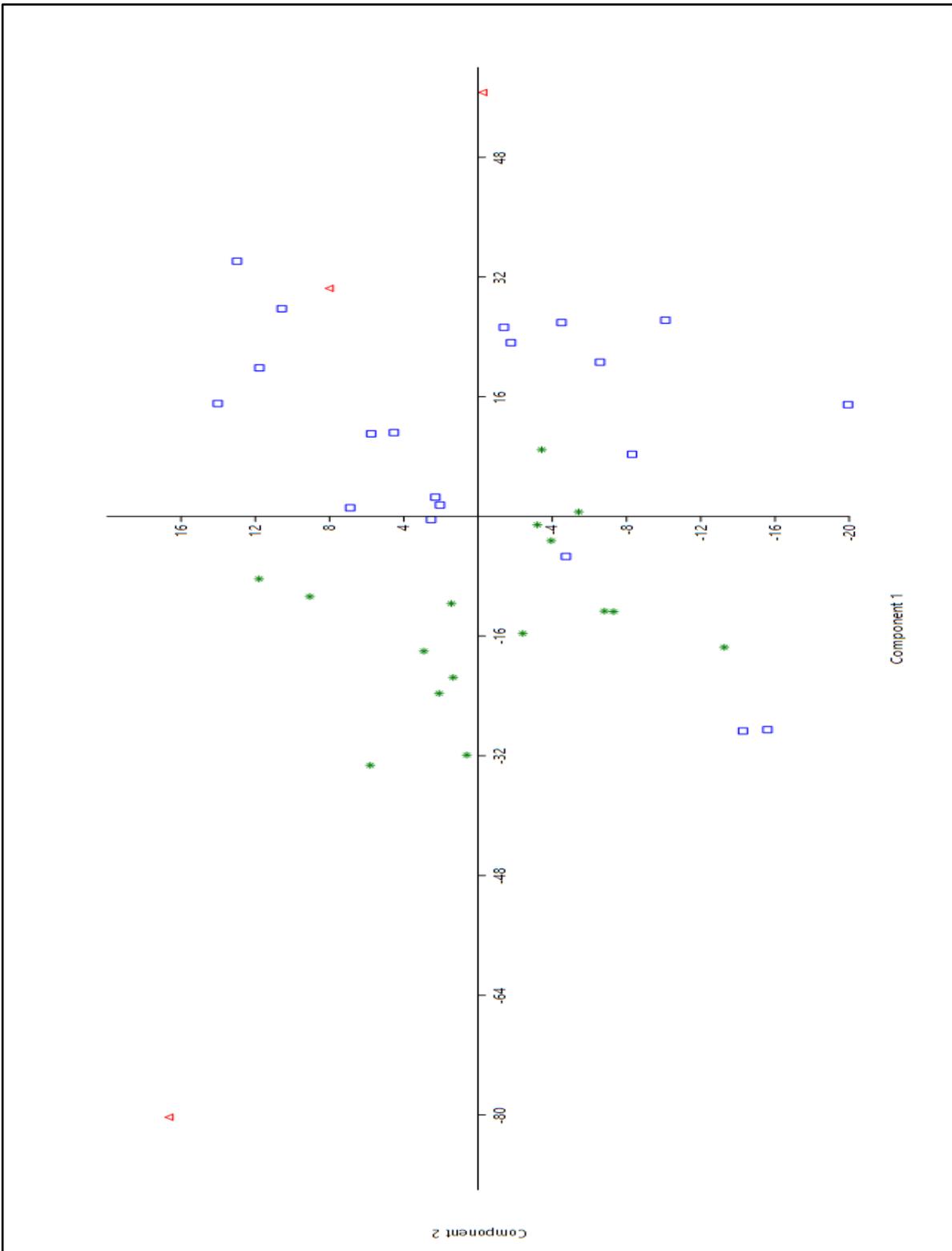


FIGURA 22 Diagrama de dispersión ACP en M3.

La figura 22 muestra el diagrama ACP de molares M3, se observa que en una de las muestras (PL 00120) se encuentra muy alejada, incompleta, además sus datos son muy pocos y no dan una información concreta, aun así, esta se encuentra anexada a un M2 que sí presenta un estado más conservado y que ha sido calculado en la figura 20. En lo que corresponde con el otro material dentario fósil del MHNUC se encuentran agrupados con los molares tomados por Gómez y Alberdi (2006) y representados en el género *Stegomastodon*, aunque los datos no son los suficientes para determinar de forma directa a que género corresponde.

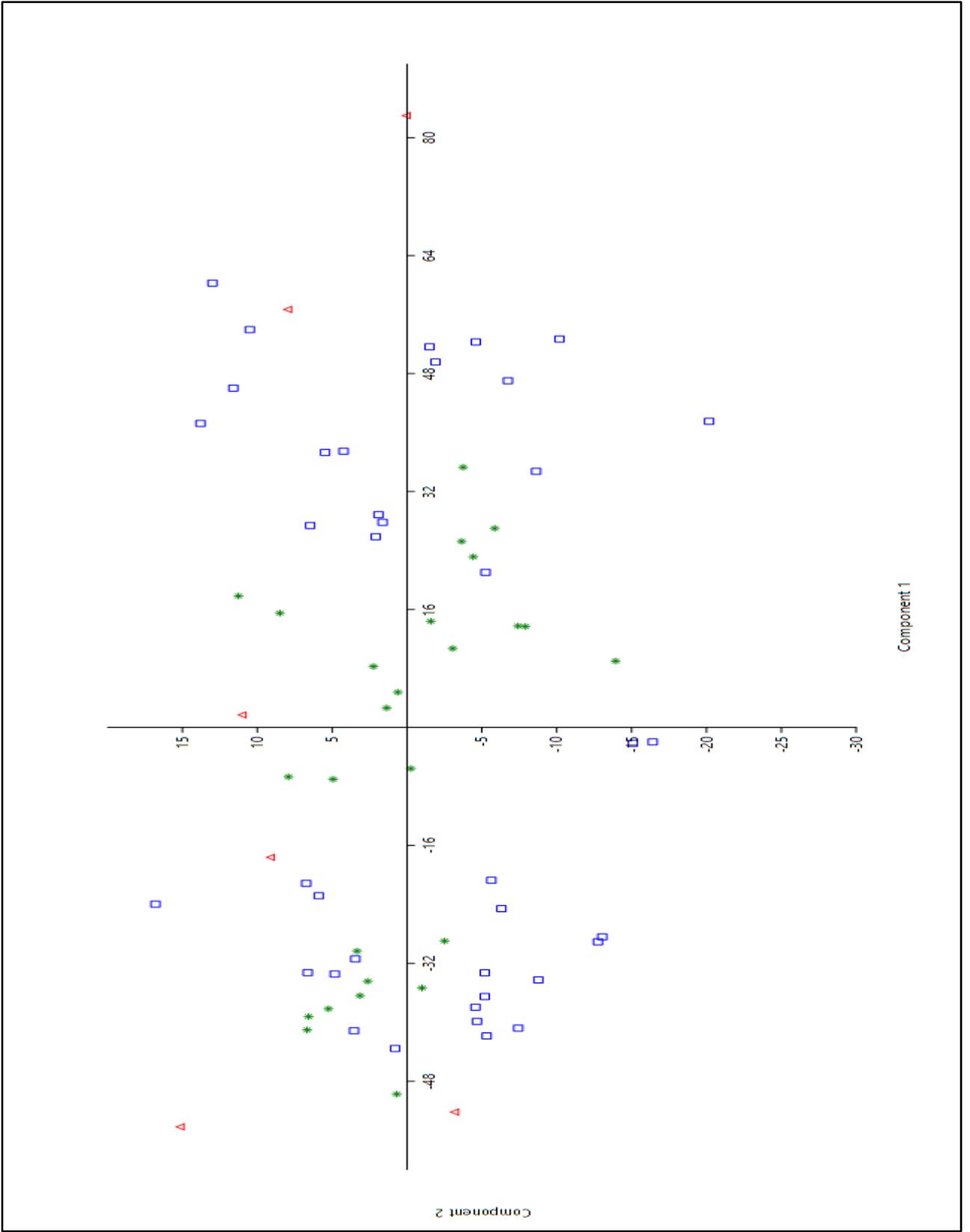


FIGURA 23 Diagrama ACP con todas las muestras del MHNUC y de la bibliografía citada.

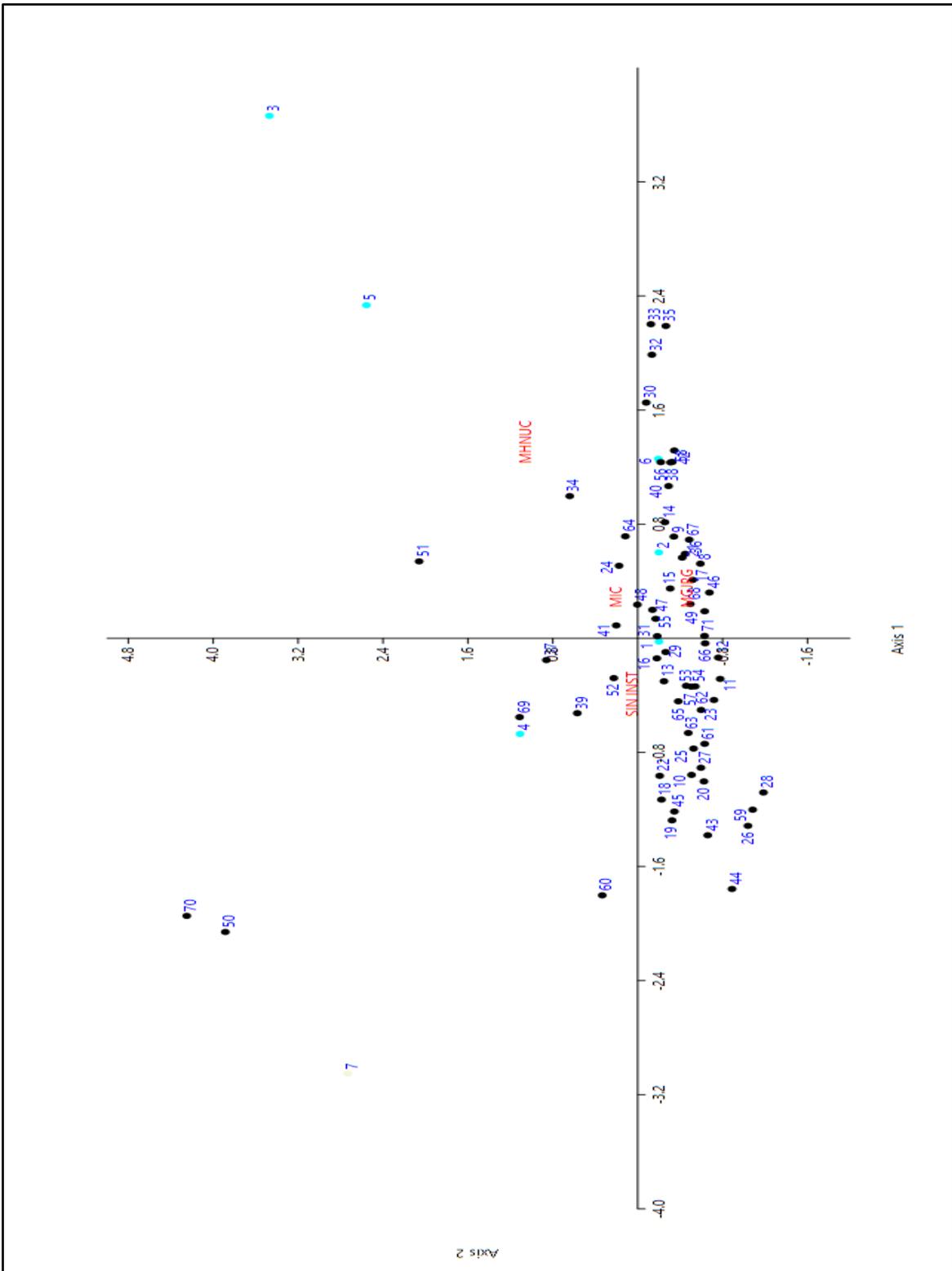


FIGURA 24 Análisis Discriminante AD de los molares de MHNUC y la bibliografía citada



Tabla 20 Porcentaje de Varianza de los molares tabla 33.

PC	VALOR TIPO	% VARIANZA
1	0.00453778	68.064
2	0.00212917	31.936

Tabla 21 Test de Mann-Whitney U, de la tabla 33.

Mann-Whitn U :	6.5	z : -10.181
p (same med.)		2.4207 E-24
Monte Carlo permutation		p (same med.): 0,0001

**7.2.7. Zona Tinajas Valle de Atriz Nariño. (PI 0133):** Hace parte de una estructura postcraneal (Fotografía 26 y 27), identificada como una patela que se encuentra incompleta debido a la ausencia del cuerpo femoral, aun así, la medida de esta cabeza femoral recoge información valiosa para la designación en la posición ósea y nos permite un acercamiento al valor de biomasa que pudo haber tenido el animal basándonos en el método propuesto por Christiansen (2004) que pronostica el peso total del animal en kilogramos según la circunferencia de la cabeza femoral (Tabla 43 y 44). Realizando una geometrización de la imagen por el programa Imagej, nos permite obtener datos precisos como un ancho total en la epífisis proximal de 95.7 mm (tabla 43), este dato es comparado con el trabajo de Christiansen (2004) y con una conversión de tres resulta la longitud total del fémur, lo que permite aproximarnos a la longitud exacta del individuo y así de esta manera calcular su biometría.

Tabla 22 Medidas de la patela PI 0133.

Rótula	Circunferencia Epífisis	Ancho de la cabeza	Diámetro	altura	Circunferencia de la base del cuello
Mm	478	95.7	200	140	351

Tabla 23 Datos en mm de la tabla biométrica de fémur y (Christiansen, 2004) de la muestra PI 0133.

PI 0133			
Ancho epífisis	Longitud total de fémur	Promedio de ancho epífisis (Christiansen, 2004)	Longitud total (Christiansen, 2004)
95.7mm	x	98.8	741,9

La conversión quedaría de la siguiente manera:

$$X = (95,7 * 741,9) / 98,8 = 718.6 \text{ mm}$$

Teniendo este dato, es comparado con los datos realizados por Christiansen, (2004) en la figura 26, la medida del fémur se encuentra dentro del rango establecido por los cálculos biométricos empleados por el autor citado.

<i>Stegomastodon platensis</i> , AMNH 11198				
	Humerus		Femur	
Length	893	4276.53	963	3088.10
Circ.	466	7997.58	352	4718.47
Diap.ap	135.5	6034.53	98	4990.98
Diap.lm	161.5	10735.09	126	4545.86
Avge		7260.93	Avge	4335.85
Avge <sup>1</sup>		6102.88		

<sup>1</sup>Excl. Diap.lm

© 2004 The Linnean Society of London, *Zoological Journal of the Linnean Society*, 2004, **140**, 523–549

FIGURA 26 Medidas morfométricas y de biomasa de mastodonte, tomado de Christiansen, 2004.

Ya para dar una aproximación de la biomasa teniendo en cuenta la poca información en cuanto a los datos obtenidos por la muestra PI 0130, tomamos en cuenta la información suministrada por (Rodríguez, *et al.*, 2009) que como se había mencionado anteriormente, también, pronostica el peso total del animal en kilogramos según la circunferencia de la cabeza femoral (tabla 45).

Tabla 24 Datos en mm de la tabla biomasa de fémur (Christiansen, 2004) de la muestra PI 0133.

PI 0133			
Promedio de circunferencia de la cabeza de fémur (Christiansen 2004)	Promedio de peso (Kg) de los Gomphotheridos (Christiansen 2004)	Circunferencia de cabeza de fémur PI 0130	Peso de (Kg) Gomphotheridos PI 0130
521	7997	478	7487



FIGURA 27 Patela. PI 0133. Vista superior. MHNUC. Valle de Atríz.



FIGURA 28 Patela PI 0133. Vista inferior. MHNUC. Valle de Atríz.

7.2.8. **Zona Tinajas Valle de Atriz Nariño (PI 0134):** Esta pieza es identificada como un disco vertebral torácico incompleto debido a la forma que tiene el cuerpo vertebral, las caudales presentan un cuerpo más largo y las cervicales un cuerpo mucho más complejo no tan redondeado siendo comparadas con las imágenes tomadas de Simpson y Couto, (1957). No presenta las apófisis transversales, articulares y la espinosa no están presentes al igual que los pedúnculos y las láminas vertebrales o fisis (figura 29 y 30).

Al no tener presente las apófisis, es difícil realizar las mediciones para poder llegar a un dato concreto en cuanto a la edad del animal.

*Tabla 25 Medidas de la vértebra torácica PI 0134.*

<b>PI 0134</b>					
Circunferencia anillo exterior superior	Circunferencia del anillo inferior	Circunferencia el anillo int.	Diámetro del anillo ext sup	Diámetro del anillo ext inf	Diámetro del anillo int
370	374	368	115	105	110

*Tabla 26 Medidas en mm de la vértebra torácica PI 0134*

<b>PI 0134</b>		
Ancho	Diámetro	Grueso
131	75	76



*FIGURA 29 Vértebra torácica. PL 0134. Vista lateral. MHNUC. Valle de Atríz.*



*FIGURA 30 Vértebra Torácica. PL 0134. Vista anterior. MHNUC. Valle de Atríz.*

## 8. DISCUSIÓN

Como se ha mencionado anteriormente se conoce que existieron en América del Sur dos Géneros de la familia GOMPHOTHERIIDAE: *Cuvieronius* y *Stegomastodon* (Alberdi, *et al.*, 2002). Del primero se encuentra representado por una sola especie *C. hyodon*, y el segundo está representado por dos especies *S. platensis* y *S. waringi* según Ficarelli, *et al.* (1995).

Los restos fósiles de MHNUC incluyen molares trilofodontes M2/m2 y pentalofoodontes M3/m3. Por lo general, en este caso, los cónulos centrales generalmente se sitúan en el borde más desgastado de la línea media, ya sea a nivel de los conos externos o internos, dependiendo de si el molar es superior o inferior respectivamente (Parodi-Bustos, 1962; Alberdi, *et al.*, 2002; Frassinetti y Alberdi, 2005).

El desgaste de los conos y cónulos dan lugar a las típicas figuras treboladas, las cuales pueden variar desde sencillas, cuando ocurren únicamente en el lado que incluye a los conos centrales (tréboles simples) representativos del género *Cuvieronius*, hasta muy complejas, característicos en el Género *Stegomastodon* con desgaste en forma de tréboles más complejos como lo menciona Alberdi (2002 y 2005). En este caso los cónulos centrales se encuentran a ambos lados de la línea media, lo que conduce a la formación de tréboles dobles por cada cúspide, como se evidencian en los restos fósiles en la muestra PL0120 (Tablas 11, 12 y 13) y la muestra PL0121 (Tablas 19, 20 y 21).

En el ejemplar juvenil PI 0074 no se evidenciaron figuras treboladas, aunque estas pueden aflorar si la superficie de los molares sufre desgaste. Sin embargo, el número reducido de cónulos centrales en algunos dientes podría haber derivado en patrones relativamente sencillos, además se descarta del análisis por tener pocos datos significativos.

La línea media está bien marcada sobre la superficie oclusal de los dientes, aunque suele perderse en aquellos ejemplares más viejos los cuales presentan un desgaste avanzado debido a la masticación, algo que no se evidencia en los restos del Suroccidente de Colombia, donde se muestra que son sub adultos por

el estado de sus cónulos y adulto por el tamaño de los elementos post craneales, a través de la comparación con las poblaciones de elefantes existentes, utilizamos las clases de edad propuestas por Haynes (1991): inmaduro (0-12 años), subadulto (13-24 años), adulto (25-36 años), adulto maduro (37- 48 años) y adulto senil (49-60 años).

Los caracteres analizados (L, A1, A2, y A3 en M2/m2, y L, A1, A2, A3 y A4 en M3/m3), contribuyen significativamente al primer componente principal, marcando las diferencias claras en la talla, mientras que al segundo componente principal sólo contribuyen las relaciones globales entre longitud y anchura, es decir la robustez de M2/m2 y M3/m3. Se logró observar también que los restos fósiles del MHNUC se sitúan entre los ejemplares descritos como *Cuvieronius* y *Stegomastodon*, y es sólo en el caso del M2 y M3 donde los análisis indicaron resultados de clasificación correcta en torno al 68%, tanto en lo referente a las identificaciones previas, como a la validación cruzada como lo propone Gómez y Alberdi (2006).

Los datos proporcionados en los resultados morfométricos no fueron concluyentes al momento de llegar a una aproximación de epíteto específico, debido a la alta correlación de tamaño que existe entre las medidas de los caracteres de estos grupos, pero para el caso de los molares M3 se encuentran más cercanas a los molares encontrados en Pubenza y Mosquera Cundinamarca, aun así, los datos son insuficientes para designar la especie del género *Stegomastodon*; además, la falta de más muestras dentarias limita el desarrollo de un análisis discriminante en condiciones adecuadas, mostrando una distribución en los puntos del diagrama donde no se evidencia una agrupación clara, esto es consecuencia de la falta de datos y de muestras fósiles.

De todas maneras, dada la variabilidad tan pequeña en el número de muestras de estos molares, los resultados obtenidos no nos permiten someterlos al análisis discriminante (AD) de manera confiable, ya que dichos análisis no suministran ningún grado de diferencias significativas entre ellos que nos permitieran aplicarlo a su clasificación sistemática de especie.

Considerando que en la paleontología hay un grado de incertidumbre amplio, pues se trata de estudiar fragmentos fosilizados y generalmente son incompletos. Los resultados por la prueba Mann Whitney muestra que existe una diferencia taxonómica dentro del grupo de la familia Gomphotheriidae tomando datos morfométricos aunque no tan representativa al momento de una designación de un epíteto específico por la falta de más muestras fósiles. Como se sabe esta prueba es muy útil en paleontología para comparar las medianas de muestras pequeñas con la cual se identifican diferencias entre dos poblaciones heterogéneas basadas en el análisis de dos muestras independientes, cuyos datos han sido medidos al menos en una escala de nivel ordinal como lo sugiere Alberdi (2005), Corona y Alberdi (2006); Ferretti (2010).

Debido a que el tamaño de la muestra no es suficiente, se plantea una propuesta en los análisis y datos morfológicos como lo propone Páramo (2010). Como soporte a este análisis se tuvieron en cuenta varios factores como la complejidad, medida y forma de los tréboles de desgaste. Aun así, teniendo en cuenta que se observa una diferenciación morfológica en cuanto la medición de los molares de la Tabla 33, este es un factor morfológico importante para la designación del Género *Stegomastodon* como se menciona anteriormente.

Con los elementos postcraneales no aportan información para una designación taxonómica incluso a nivel de género, aun así, los datos obtenidos en cuanto a la masa demuestran que su peso de 7487 Kg, se encuentra dentro del rango de medida de masa estimada del Género *Stegomastodon* como lo propone Rodríguez *et al.* (2009). Es claro que aún quedan muchos vacíos en cuanto al estudio paleontológico de vertebrados del Cuaternario y más en el sur occidente colombiano donde la información de procedencia geográfica y estratigráfica es escasa. Aun así, el resultado obtenido para el cálculo de biomasa también se ajusta a los datos brindados por Christiansen, (2004) donde muestra que el ejemplar es un adulto.

El estudio de los restos fósiles evidencia una vez más la abundancia de mastodontes en el territorio colombiano durante el Cuaternario, en su mayoría encontrados de forma aislada. Lo que hace que la designación sistemática del epíteto específico siga en discusión y más sobre su migración hacia el sur del continente, ya que esta muestra nos ha permitido saber que corresponden al género *Stegomastodon* que pasó por los corredores (sabanas por el norte de sur América y la cordillera de los Andes), según Prado, *et al.* (2005), durante el Pleistoceno suramericano, existieron al menos dos corredores naturales que permitieron la dispersión de estas especies. Se considera que *Cuvieronius* habitaba prados y zonas montañosas con condiciones climáticas frías o templadas, a lo largo de la Cordillera Andina (Frassinetti y Alberdi, 2000), mientras que *Stegomastodon* preferiría llanuras más calurosas y húmedas, distribuyéndose a través de zonas planas y costeras del norte de Sudamérica hacia el resto del continente (Frassinetti y Alberdi, 2005). Esta propuesta está basada en las evidencias fósiles y se estima que todos los registros ocurren desde el Pleistoceno medio hasta el Pleistoceno superior. Lo que nos permite deducir que en este periodo los valles del Patía y del Magdalena medio presentaron las condiciones adecuadas para que este Género *Stegomastodon* transitara por estas zonas y migraran hacia el sur del continente.

## 9. CONCLUSIONES

Los restos fósiles dentarios analizados por anatomía comparada (PI 0074, PI 0120, PI 0120, PI 0121, PI 0122 y PI 0127) corresponden a un desiduo de molar y molares M2 y M3. Las muestras post craneales corresponden a (patela: PI 0133; vértebra cervical: PI 0134).

Solo en la muestra post craneal PI 0133 se encuentra la biomasa con un peso de 7487 kg que comparando con la bibliografía y las tablas de anatomía comparada *corresponde* a un ejemplar adulto. Ya con los elementos dentarios (PI 0074, PI 0120, PI 0120, PI 0121, PI 0122 y PI 0127) la masa no es posible calcularla debido a que estos restos fósiles se han encontrado en forma aislada y no pertenecen al mismo individuo, solo se determina su edad teniendo en cuenta su desgaste en sus cónulos determinándolos como organismos juveniles adultos

Estos no presentan la suficiente información para alcanzar conclusiones congruentes para la designación de un epíteto específico de los restos fósiles de la Familia GOMPHOTHERIIDAE depositados en el Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. Aunque los resultados parecen indicar que la mayoría de los molares y los elementos postcraneales no brindan una certeza espacial dentro de las gráficas estudiadas, se aproxima a una designación de que estos corresponden a el Género *Stegomastodon*, teniendo en cuenta que los restos solo son taxonómicamente significativos a nivel de clasificación de Género y los análisis no son definitivos debido a la alta variabilidad inherente de los datos y escasez de los mismos.

Aunque la comparación de los ejemplares del MHNUC con las colecciones de los trabajos citados del Sur no brindó conclusiones definitivas a nivel taxonómico certero, para la paleontología, esta metodología es fundamental para disponer y complementar la base de datos que presenta un gran vacío de los mismos, de esta manera permite establecer patrones evolutivos, migratorios y paleoambientales de la Familia GOMPHOTHERIIDAE en esta región.

## 10.RECOMENDACIONES

Queda claro con este trabajo, que el Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca guarda una gran información sin trabajar y que es necesario su estudio para re descubrir el contenido y datos que durante mucho tiempo ha sido ignorada.

Este trabajo al igual que muchos otros que han apostado por el bienestar y excelencia del museo, muestra de manera satisfactoria la gran cantidad de información escondida en las salas y bodegas del mismo, por esto, se recomienda realizar más trabajos de interés científico para llenar vacíos en nuestra institución en el departamento del Cauca, uno del departamento que menos información se tiene en cuanto el campo investigativo de las ciencias Naturales y de la Tierra.

Otra recomendación es la importancia de la reorganización de las colecciones de esta institución, la cual exitosamente se encuentra en procesos de actualización de listados de las muestras depositadas en todas las salas del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, resaltado la significancia del material tanto de exhibición como las de referencia que en algunos momentos los se dejan en el olvido mostrando un grave error como investigadores al dejar de lado la información que estos proporcionan y que se pueden desarrollar en pro de la ciencia.

Por último, deseamos que este trabajo sea el detonante para el desarrollo de nuevas investigaciones interdisciplinarias entre Biología y Geología, los pilares representativos del Museo de historia Natural, brindando la motivación suficiente para que el campo paleontológico en el Cauca tome fuerza y aportar al conocimiento científico de la región.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

ACUÑA-MESÉN R, GARCÍA-DÍAZ E. 1998. Nuevo Ejemplar de *Cuvieronius hyodon* (Proboscidea: Gomphotheriidae) del Pleistoceno de Costa Rica. Revista de Biología Tropical, 46: 1167-1172.

ALBERDI MT, PRADO JL. 1995. Los Mastodontes de América del Sur. En: Alberdi M.T., Leone G., y Tonny E.P. (eds). Evolución Biológica y Climática de la Región Pampeana Durante los Últimos 5 Millones de Años. Un Ensayo de Correlación con el Mediterráneo Occidental. Monografías, Museo de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, 12: 277-292.

ALBERDI MT, PRADO JL, CARTELLE C. 2002. El Registro de Stegomastodon (Mammalia, Gomphotheriidae) en el Pleistoceno Superior de Brasil. Revista Española de Paleontología, 17(2): 217-235.

ALBERDI, M.T., PRADO, J.L., SÁNCHEZ, B. & AZANZA, B., 2003 - Diversity of the Pleistocene Gomphotheres (Gomphotheriidae, Proboscidea) from South America - in: Reumer, J.W.F., De Vos, J. & Mol, D. (eds.) - ADVANCES IN MAMMOTH RESEARCH (Proceedings of the Second International Mammoth Conference, Rotterdam, May 16-20 1999) - DEINSEA 9: 347-363 [ISSN 0923-9308] Published 24 May 2003

ALBERDI MT, PRADO JL, SALAS R. 2004. The Pleistocene Gomphotheriidae (Proboscidea) From Peru. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 231: 423-452; Stuttgart

ALBERDI MT, CORONA-M E. 2005. Revisión de los Gonfoterios en el Cenozoico Tardío de México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 22, núm. 2, p. 246-260.

ÁLVAREZ, J. 1983. Geología de la Cordillera Central y el Occidente Colombiano y Petroquímica de los Intrusivos Granitoides Mesocenoicos. Ingeominas, Bol. Geol., 26(2):1-175. Bogotá.

CHÁVEZ-APONTE, E. O., ALFONZO-HERNÁNDEZ, I., Y CARRILLO-BRICEÑO, J. D. 2008. Morfología Dentaria de los Gonfoterios de la Localidad de Muaco, Estado Falcón, Venezuela. *Interciencia*, 33(10), 771–775

CHRISTIANSEN, P. 2004, Body Size in Proboscideans, With Notes on Elephant Metabolism. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 140: 523–549. doi:10.1111/j.1096-3642.2004.00113.x

COZZUOL, M. A., MOTHÉ, D., & AVILLA, L. S. 2012. A critical appraisal of the phylogenetic proposals for the south American Gomphotheriidae (Proboscidea: Mammalia). *Quaternary International*, 255, 36–41. <http://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.01.038>

FICCARELLI, G., BORSELLI, V., HERRERA, G., MORENO ESPINOSA, M. & TORRE, D. (1995). Taxonomic remarks on the South American Mastodons referred to *Haplomastodon* and *Cuvieronius*. - *GEOBIOS*, 28 (6): 745-756. ISSN: 0016-699556

FRASSINETTI, D., Y ALBERDI, M. 2000. Revisión Estudio de los Restos Fósiles de Mastodontes de Chile (Gomphotheriidae): *Cuvieronius hyodon*, Pleistoceno Superior. *Estudios Geológicos*, 56, 197–208.

FERRETTI, M. P. (2008). Enamel structure of *Cuvieronius hyodon* (Proboscidea, Gomphotheriidae) with a discussion on enamel evolution in Elephantoids. *Journal of Mammalian Evolution*, 15(1), 37–58. <http://doi.org/10.1007/s10914-007-9057-3>

FERRETTI, M. P. (2010). Anatomy of *Haplomastodon chimborazi* (Mammalia, Proboscidea) from the late Pleistocene of Ecuador and its bearing on the phylogeny and systematics of south American gomphotheres. *Geodiversitas*, 32(4), 663–721. <http://doi.org/10.5252/g2010n4a3>

FUQUEN, J.; NÚÑEZ, A. Y PASTRANA, M. A. 1989. Mapa geológico generalizado del Departamento del Huila. Geología, recursos minerales y amenazas geológicas. Escala 1:400.000. Ingeominas. Bogotá.

GÓMEZ, B. M., Y ALBERDI, M. T. 2006. Revisión del Registro Fósil y Distribución de los Mastodontes (Proboscidea: Gomphotheriidae ) del Cuaternario en Colombia.

SHOSHANI, J Y P. TASSY. 2004. Advances in Proboscidean Taxonomy and Classification, Anatomy and Physiology, and Ecology y Behavior. Department of Biology, University of Asmara, Museum national D'Histoire Naturelle Laboratoire de Paleontologie, 8 rue Buffon, 75005 Paris, France.

JARAMILLO. M, P. (2012). Geología reporte del hallazgo de un cráneo de *Stegomastodon waringi* ( Holland , 1920 ) juvenil ( Mammalia , Proboscidea ) en zona rural. Servicio Geológico Colombiano., 203–210.

LEÓN, L. A.; PADILLA, L. E.; MARULANDA N.1973. Geología, Recursos Minerales y Geoquímica de la Parte NE. Cuadrángulo O-5 El Bordo, Departamento del Cauca. Ingeominas. Informe 1652, 2:235 p. Popayán

MOTHÉ, D., AVILLA, L. S., Y WINCK, G. R. 2010. Estructure of the Gomphothere *Stegomastodon waringi* (Mammalia: Proboscidea: Gomphotheriidae) From the Pleistocene of Brazil. Anais Da Academia Brasileira de Ciencias, 82(4), 983–996. <http://doi.org/10.1590/S0001-37652010005000001>

MOTHÉ, D., AVILLA, L. S., & COZZUOL, M. A. 2013. THE SOUTH AMERICAN GOMPHOTHERES (MAMMALIA, PROBOSCIDEA, GOMPHOTHERIIDAE): TAXONOMY, PHYLOGENY, AND BIOGEOGRAPHY. Journal of Mammalian Evolution, 20(1), 23–32. <http://doi.org/10.1007/s10914-012-9192-3>

OSBORN, R. F. 1936. Proboscidea. a Morphograph of the Discovery, Evolution of the Mastodonts and Elephants of the World.

PÁRAMO, M., Y ESCOBAR, I. 2010. Restos Mandibulares de Mastodonte Encontrados en Cercanías de Cartagena, Colombia. Geología Colombiana, 50–57

PARDO JARAMILLO, M: Reporte del Hallazgo de un Cráneo de *Stegomastodon Waringi* (Holland, 1920) Juvenil (Mammalia, Proboscidea) en Zona Rural del

Municipio de Turbaná, Bolívar. Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 36 (139): 137-143, 2012. ISSN 0370-3908.

PORTA, D. (1969). Les Vertébrés Fossiles de Colombie et les Problèmes Posés par l'isolement du Continent Sud Américain. *Palaeovertebrata*, 2, 77–94

PRADO, J. L., ALBERDI, M. T., SÁNCHEZ, B., Y AZANZA, B. (2003). diversity of The Pleistocene Gomphotheres (Gomphotheriidae, Proboscidea) from south America. *Advances in Mammoth Research*, 1–18. Retrieved from <http://digital.csic.es/handle/10261/28262>

RODRÍGUEZ-FLÓREZ CARLOS DAVID, RODRÍGUEZ-FLOREZ ERNESTO LEÓN R (2009). Revisión de la Fauna Pleistocénica Gomphotheriidae en Colombia y reporte de un caso para el Valle del Cauca. *Boletín Científico Museo de Historia Natural* vol: 13 (2) pp: 78-85

SILVERIO RUIZ 2002. Memoria Explicativa. Geología de la Plancha 385 Mercaderes. Escala 1:100.000. Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero Ambiental y Nuclear Ingeominas. Diagonal 53 No 34-53, A..A. No 48-65 Bogotá, D.C., Colombia

SIMPSON, G. G., Y COUTO., C. DE P. 1957. The Mastodonts of Brazil (*Bulletin o*).

STIRTON, R. A. (1953). Vertebrate paleontology and continental stratigraphy in Colombia. *Bulletin of the Geological Society of America*, 64(6), 603–622. [http://doi.org/10.1130/0016-7606\(1953\)64\[603:VPACSI\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1130/0016-7606(1953)64[603:VPACSI]2.0.CO;2)

TOBIEN, H. 1973. The Structure of the Mastodont Molar (Proboscidea, Mammalia) Part 1: The Buno- dont Pattern. *Mainzer geowissen Mitteilungen*, 2: 115-147.

TOBIEN, H. 1975. The Structure of the Mastodont Molar (Proboscidea, Mammalia) Part 2: The Zygo- dont and Zygobunodont Patterns. *Mainzer Geowissen Mitteilngen*, 4: 195-233.

TOBIEN, H. 1976. Migrations of Proboscideans and Lagomorphs (Mammalia) via Bering Strait Land Bridge in the Late Cenozoic In: Beringia in Cenozoic These of the Reports of AH-Unión Symposium "The Bering land Bridge Qnd its Role for the History of Holarctic Floras and Fau- nas in the Late Cenozoic", Khabarovsk, 10-15 of May 1973: 249-257.

TOBIEN, H. 1976b. Zur Palaontologischen Geschichte der Mastodonten (Proboscidea, Mammalia). Mainzer geowissen Mitteilngen, 5: 143-225.

VILLARROEL, C., Y CLAVIJO, J. 2005. los mamíferos fósiles y las edades de las sedimentitas continentales del neógeno de la costa caribe colombiana. Rev. Acad. Colomb. Cienc., 29(112), 345–356.

VILLARROEL A., C., BRIEVA, J., Y CADENA, A. 1996. La Fauna de Mamíferos Fósiles del Pleistoceno de Jutua, Municipio de Soata (Boyacá, Colombia). Geología Colombiana, 21, 81–87.